

PROJEKTERING AV VÄGBELYSNING

UTREDNING OM VERKNINGAR OCH BEHOV AV
VÄGBELYSNING



VÄG- OCH VATTENBYGGNADSSTYRELSEN
VÄGPROJEKTERINGSAVDELNINGEN
KM INGENIÖRSBYRÅ AB

HELSINGFORS 08.01.1975

PROJEKTERING AV VÄGBELYSNING

UTREDNING OM VERKNINGAR OCH
BEHOV AV VÄGBELYSNING

VÄG- OCH VATTENBYGGNADSTYRELSEN
VÄGPROJEKTERINGSAVDELNINGEN

HELSINGFORS 08.01.1975

UTREDNING OM VERKNINGAR OCH BEHOV AV VÄGBELYSNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SIDA

1	SAMMANDRAG	1
2	VÄGBELYSNINGENS INVERKAN PÅ TRAFIKSÄKERHETEN	3
	2.0 Allmänt	3
	2.1 Mörkertrafik och mörkerolyckor	4
	2.11 Mörkertid	4
	2.12 Mörkertrafik	6
	2.13 Mörkerolyckor	7
	2.2 Vägbelysningens inverkan på olyckor	13
	2.21 Utredningsmetoder	13
	2.22 Undersökningsresultat	14
	2.3 Andra trafiksäkerhetssynpunkter	18
3	VÄGBELYSNINGENS ANDRA VERKNINGAR	20
	3.0 Allmänt	20
	3.1 Trafikens hastighet	20
	3.2 Trafikkapacitet	22
	3.3 Fordonsljusens bländning	22
	3.4 Optisk vägledning	24
	3.5 Övriga synpunkter	24
4	VÄGBELYSNINGENS INVERKAN PÅ TRAFIKKOSTNADERNA	25
	4.0 Allmänt	25
	4.1 Fordonskostnader	26
	4.2 Tidskostnader	28
	4.3 Olyckskostnader	30
	4.4 Ökade trafikkostnader under byggnadstiden	36
	4.5 Trafikkostnadsinbesparingar	37

5	VÄGBELYSNINGSKOSTNADER	41
5.0	Allmänt	41
5.1	Projekteringskostnader	41
5.2	Anläggningskostnader	41
5.3	Drifts- och underhållskostnader	42
5.4	Vägbelysningskostnader	43
6	BEDÖMNING AV BEHOVET AV VÄGBELYSNING	45
6.0	Allmänt	45
6.1	Trafikekonomisk faktor	45
6.11	Beräkningsmetoder	45
6.12	Trafikekonomiska beräkningar och värdering av resultat	47
6.2	Trafiksäkerhetsfaktor	48
6.3	Andra faktorer	50
6.4	Metod för bedömning av behovet av vägbelysning	50
6.41	Värderingsfaktorernas betygsättning	50
6.42	Värderingsfaktorernas tyngder	53
6.43	Bedömning av behovet	54
6.44	Exempel	54
6.45	Plankorsningar	56

LITTERATURFÖRTECKNING

BILAGOR

FÖRORD

Väg- och vattenbyggnadsstyrelsens vägprojekteringsavdelning påbörjade i början av år 1974 granskningsarbetet av anvisningarna för projektering av vägbelysning. Målsättningen för arbetet var bland annat att utveckla en metod för bedömandet av behovet av vägbelysning i olika trafikförhållanden. I denna utredning har man strävat till att utarbeta en sådan metod och framlägga synpunkter om de verkningar, som vägbelysningen har på trafikförhållanden. Dessutom omfattar granskningsarbetet en revidering av nuvarande tekniska anvisningar för vägbelysning. Detta arbete torde bli färdigt under år 1975.

I denna utredning har man i det närmaste utgående ifrån inhemsk och utländsk litteratur kartlagt vägbelysningens inverkan på trafiksäkerheten och trafikkostnaderna. Vaghållarens kostnader för utbyggnad och drift har man undersökt på basen av redan förverkligade vägbelysningsprojekt och dessas kostnadsuppgifter. I slutet av utredningen redovisas ett förslag till metod för uppskattning av behovet av vägbelysning.

Utredningen har utförts av en arbetsgrupp med följande medlemmar: dipl.ing. Seppo Sainio (ordf.), övering. Pentti Hautala, ing. Lasse Kuusisto, dipl.ing. Jarmo Nupponen, dipl.ing. Pauli Velhonoja samt konsultens KM Ingenjörbyrå Ab:s representanter ing. Matias Reinius och dipl.ing. Ronald Westermark (sekr.).

Dipl.ing. Seppo Sainio

Enligt i Finland utförda trafikberäkningar är mörkertrafiken i genomsnitt 30 % av ÅMD, varierande i någon mån i olika delar av landet. I södra Finland består mörkertrafiken av ung. 80 % person- och paketbilar och 20 % tung trafik. I norra Finland är motsvarande procenttal 77 och 23. Fördelningen avviker alltså inte nämnvärt från fördelningen av ÅMD.

Olyckorna under mörkertid och skymning var under åren 1967-71 i genomsnitt 35 % av alla olyckor (skymning 10 %, mörker 18 %) varierande även i detta sammanhang något i olika delar av landet. En del av olyckstyperna var sådana, att den relativa andelen av alla mörkertrafikolyckor var klart större än andelen av hela dygnets olyckor. Sådana klart avvikande var:

- körning av väg
- körning på fotgängare
- körning på stannat eller parkerat fordon
- körning på fasta hinder både på och utanför körbanan
- körning på djur.

Enligt statistik från åren 1967-71 ledde i medeltal 5,2 % av alla olyckor till dödsfall, 40,4 % till personskador och 54,4 % till materiella skador. Enligt utredningar är speciellt gång- och cykeltrafiken i mörker mycket utsatt för olyckor och olyckornas svårighetsgrad är mycket hög. I mörker ledde 20-30 % av alla gång- och cykeltrafikolyckor till dödsfall.

Man har både i Finland och utomlands strävat till att utreda vägbelysningens förbättrande inverkan på trafiksäkerheten i det närmaste med tillhjälp av before-after undersökningar. Man har konstaterat, att vägbelysningen reducerar mörkertrafikolyckorna med i genomsnitt 30 %, med en följande reduktionsfördelning i olika olycksgrupper:

Olycksgrupp	Reducering
- Olyckor med dödsfall som följd	30-50 %
- Olyckor med personskador som följd	30-40 %
- Olyckor med materialskadorna som följd	20-30 %

Vägbelysningen reducerar relativt sett mest antalet svåra olyckor.

Vägbelysningen förbättrar trafiksäkerheten även på vägsträckor med speciella förhållanden (stor anslutningstäthet, vägdelar med ofta förekommande dimma, invecklade trafikregleringar osv.).

Förutom den trafiksäkerhetsförbättrande inverkan ökar vägbelysningen fordonshastigheten under fria trafikförhållanden, den förbättrar trafikkapaciteten, den minskar bländningen av fordonsljus samt förbättrar den optiska vägledningen.

Med utgångspunkt från vägbelysningens verkningar har man uppskattat trafik kostnadsinbesparingarna, som uppkommer med tillhjälp av vägbelysning. Kostnadsinbesparingarna består till 10 % av fordonskostnadsinbesparingar, till 20-25 % av tidskostnadsinbesparingar och till 70-75 % av olycks-kostnadsinbesparingar.

Vägbelysningens anläggningskostnader varierar beroende på anläggningstyp och belysningsnivå. Belysning av bästa klass kostar ungefär sex gånger mera än den billigaste anläggning av typ ensidig belysning med luftkabel och trästolpar. Då man räknar med de diskonterade drifts- och underhållskostnaderna minskar skillnaden till fyrfaldig. Av drifts- och underhållskostnaderna har man uppskattat att energikostnaderna är hälften av totalkostnaderna.

Slutligen har man redovisat en metod för uppskattning av behovet av vägbelysning. Metoden baserar sig på betyg- och tyngdsättning av tre värderingsfaktorer. Värderingsfaktorerna är:

- trafikekonomisk lönsamhet
- trafiksäkerhet
- andra faktorer.

Med tillhjälp av metoden kan man, på basen av behovstal, trafikmängd (ÅMD-75) och vägens tekniska klass, bedöma behovet av vägbelysning.

2

VÄGBELYSNINGENS INVERKAN PÅ TRAFIKSÄKERHETEN

2.0

Allmänt

Vägbelysningens inverkan på trafiken och trafiksäkerheten undersöks huvudsakligen med två olika metoder:

- before-after undersökningar
- jämförande undersökningar.

Before-after undersökningar utförs genom insamlande av en tillräcklig mängd material (olycks- och trafikstatistik m.m.), från exempelvis tiden två år före och efter utbyggandet av belysningsanläggningen på de utvalda gatu- eller vägavsnitten. Med tillhjälp av det erhållna materialet söker man analysera belysningens inverkan på de faktorer, som skall undersökas. Metoden är tillsvidare den säkraste och den mest användbara trots, att den betraktade tidsperiodens längd och de förändringar i trafik förhållandena som eventuellt har skett under tiden, kan inverka på slutresultatets nogrannhet./10/.

Vid jämförande undersökningar väljer man två så likartade gatu- eller vägavsnitt som möjligt, den ena utrustad med och den andra utan belysning. Genom att jämföra dessa två trafikleders olycks- och trafikuppgifter sinsemellan, från exempelvis en två-årsperiod, kan man dra nödvändiga slutsatser om belysningens betydelse.

I Finland har tillsvidare undersökningsverksamheten, utgående ifrån tidigare nämnda metoder varit rätt anspråkslös p.g.a. brist på lämpliga studieobjekt. De mest betydelsefulla utredningarna är två before-after undersökningar, av vilka den ena grunder sig på material från alla Väg- och Vattenbyggnadsdistrikt i Finland (undersökningsperiod åren 1967-71, belysningen anlagd åren 1968-69), och den andra på material från Tavastehus, Kymmene, Åbo och Vasa Väg- och Vattenbyggnadsdistrikt (belysningen anlagd åren 1968-71). /8, 11/. Slutsatserna är i båda fallen bristfälliga p.g.a. för knapphändigt material och materialets dåliga statistiska signifikans. Undersökningsresultaten redovisas sammandragsvis i tabell 2/13.

P.g.a. det ovannämnda är man i Finland tillsvidare tvungen att, i sina egna vägbelysningsundersökningar, använda sig av utredningar, som har tillräckligt statistiskt material. Härvid måste man försöka uppmärksamma skillnaderna i trafik- och vägförhållandena, och bedöma undersökningens användbarhet under finska förhållanden.

2.1

Mörkertrafik och mörkerolyckor

2.11

Mörkertid

I trafikolycksstatistik förekommer vanligtvis fyra olika ljusbetingelser: dagsljus, skymning (halvdager), mörker med vägbelysning och mörker utan vägbelysning. Eftersom vägbelysningen vanligen sätts i och ur funktion vid skymning (ljusmängd 20-30lx) måste olycksstatistiken, ur vägbelysningssynpunkt, bedömmas på så sätt, att en del av skymningen räknas mörker.

I tabell 2/1 visas solens upp- och nedgångstider i Helsingfors (Södra Finland) och i Jyväskylä (Norra Finland) samt tändnings- och släckningstiderna för gatubelysningen i Helsingfors (vid ljusmängden 20-30lx).1).

Tabell 2/1 Solens upp- och nedgångstider i Helsingfors och Jyväskylä samt tändnings- och släckningstiderna för gatubelysningen i Helsingfors

Månad	Solen går		Gatubelysningen			
	upp	ned	upp	ned	släcks	tänds
	i Helsingfors		i Jyväskylä		i Helsingfors	
01	9.10	15.50	9.24	15.29	8.45	16.00
02	8.00	17.10	8.05	16.58	7.40	17.20
03	6.39	18.21	6.36	18.17	6.15	18.35
04	5.05	19.38	4.55	19.42	4.40	20.00
05	3.42	20.52	3.23	21.06	3.00	21.20
06	2.54	21.47	2.24	22.12	2.00	22.35
07	3.21	21.30	2.56	21.49	2.40	22.10
08	4.32	20.16	4.18	20.23	4.15	20.25
09	5.46	18.43	5.41	18.42	5.40	18.45
10	6.58	17.13	7.00	17.04	6.50	17.15
11	8.18	15.51	8.28	15.34	8.15	15.51
12	9.18	15.12	9.37	14.47	9.15	15.12
Medeltal	6.08	18.32	6.04	18.30	5.46	18.47
Skillnad (mörker)	11.36 h (48.3 %)		11.34 h (48.2 %)		10.59 h (45.8 %)	

Mörkrets och Helsingfors gatubelysnings relativa andel av dygnet visas i tabell 2/2.

1) Helsingfors och Jyväskylä har ansetts representera Södra och Norra Finlands tyngdpunkter trafikmässigt.

Tabell 2/2 Mörkrets och Helsingfors gatubelysnings relativa andel av dygnet

Månad	Mörkertiden i		Helsingfors gatubelysnings funktions-tid
	Helsingfors	Jyväskylä	
01	72.2 %	74.7 %	67.0 %
02	61.8 %	63.0 %	59.7 %
03	51.3 %	51.3 %	48.6 %
04	39.4 %	38.4 %	33.3 %
05	28.5 %	26.2 %	23.6 %
06	21.3 %	17.5 %	14.2 %
07	24.4 %	21.3 %	18.8 %
08	34.4 %	33.0 %	43.6 %
09	46.0 %	45.8 %	45.5 %
10	57.3 %	58.1 %	56.6 %
11	68.5 %	70.4 %	68.3 %
12	75.4 %	78.5 %	75.2 %
	48.3 %	48.2 %	45.8 %

Enligt tabell 2/2 är Helsingfors gatubelysning i funktion ca. 3900 h/år. I vägbelysningsberäkningar används vanligen värdet 4000 h/år, vilket innebär ur vägbelysningssynpunkt, att i genomsnitt 46 % av dygnet är mörkt och 54 % är ljust.

Jämförelsevis har man i diagram 2/1 visat dagsljusets, skymningens och mörkrets tider månadsvis i medeltal för hela landet /8/.

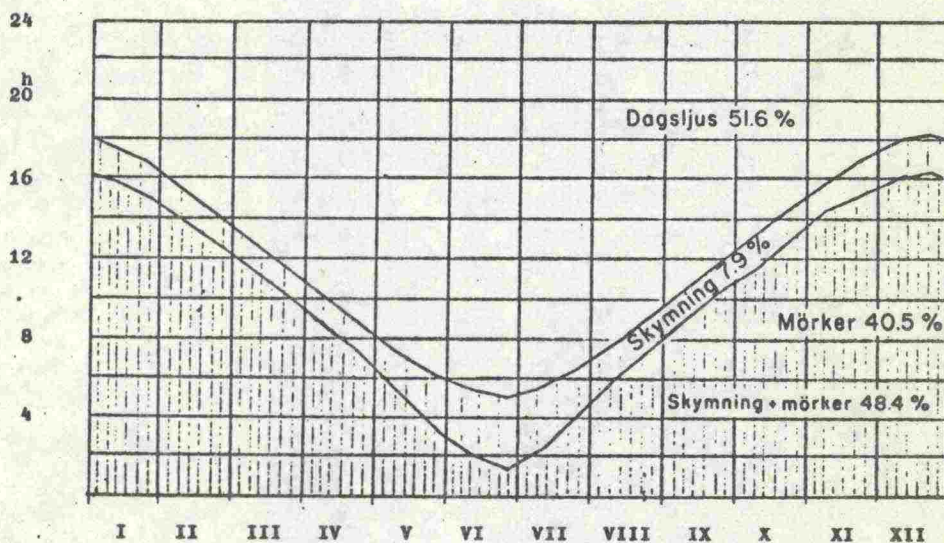


Diagram 2/1 Tiderna för dagsljus, skymning och mörker månadsvis 1973.

2.12 Mörkertrafik

Mörkertrafikens andel av ÅMD (årsmedeldygntrafik) och fordonssammansättning varierar med årstiderna. De största mörkertrafikmängderna förekommer naturligtvis under vinterhalvåret och de minsta under sommaren.

Enligt utländska, t.ex. svenska undersökningar, varierar mörkertrafiken mellan 20-40 % av ÅMD, beroende på vägklass och trafikledens läge./1/.

Riks- och stamvägar	25-30 %
Infartsleder till städer	30 %
Huvudgator i städer	30 %
Affärsgator	35-40 %

Procenttalen kan i december och januari uppgå till t.o.m. 60 %.

Enligt utförda trafikräkningar var mörkertrafikens andel av ÅMD, år 1968, på riks- och stamvägar i Södra Finland ca. 29 % och i Norra Finland ca. 28 %. Mörkertrafikens sammansättning bestod på motsvarande sätt i Södra Finland av 80 % person- och paketbilar samt 20 % lastbilar och bussar och i Norra Finland av 77 % person- och paketbilar samt 23 % lastbilar och bussar. Detta innebär att mörkertrafikens sammansättning inte märkbart skiljer sig från ÅMD:s sammansättning.

I tabell 2/3 visas mörkertrafikens viktigaste uppgifter, i fordonsgrupper, i Södra och Norra Finland.

Motorfordonstrafikens säsongvariationer visas i diagram 2/2. Person- och paketbilstrafikens samt lastbils- och busstrafikens säsongvariationer under mörker visas i diagram 2/3 och mörkertrafikens fordonssammansättning i diagram 2/4.

Mörkret har antagits vara tiden mellan solens ned- och uppgång i Helsingfors och Jyväskylä.

Tabell 2/3 Mörkertid, mörkertrafikens andel av ÅMD, i fordonsgrupper, och mörkertrafikens sammansättning på riks- och stamvägar i Södra och Norra Finland, under året 1968

	Södra Finland	Norra Finland
Mörkertid	48.3 %	48.2 %
Sammansättning		
Person- + paketbilar	80 %	77 %
Lastbilar + bussar	20 %	23 %
Fordonsgruppernas andel av ÅMD		
Motorfordon	29 %	28 %
Personbilar	29 %	27 %
Bussar	30 %	31 %

Lastbilar (utan släp)		23 %	
Långtradare med påhängsvagn		37 %	
Långtradare		40 %	
Paketbilar		21 %	
Person- + Paketbilar	29 %		27 %
Bussar + Lastbilar	32 %		32 %

2.13 Mörkerolyckor

a Allmänt

Under åren 1967-71 resulterade 5,2 % av olyckorna på allmänna vägar i dödsfall, 40,5 % i personskador och 54,4 % i materiella skador enligt de uppgifter, som kommit polisen tillhanda. I diagram 2/5 visas olycksfördelningen månadsvis, enligt den allvarligaste skadan, och i diagram 2/6 visas motsvarande olycksgruppers säsongvariationer under åren 1967-71. I diagram 2/7 visas olycksfördelningens dygnsvariationer, enligt den allvarligaste skadan, och i diagram 2/8 visas på motsvarande sätt timvariationerna under åren 1967-71. I diagram 2/9 visas alla olyckors timvariationer, under olika årstider, under åren 1967-71 (årstiderna bestämda enligt mörkertidskurvan).

Det kan antas enligt diagrammen, att det mellan augusti och februari inträffar fler olyckor än i genomsnitt under hela året och dessutom, att det inträffar fler olyckor under eftermiddagen och kvällen, än under dygnets övriga tider. Enligt diagram 2/9 inträffar det färre olyckor under morgonrusningstiden (kl. 6-9) på sommaren, än under de övriga årstiderna, och flera olyckor på eftermiddagen och kvällen under sommaren och hösten, än under vintern och våren. Med beaktande av ljusförhållandena skiljer sig inte de olika årstidernas timvariationer märkbart från varandra. Enligt diagrammen 2/5 - 2/9 kan antas att ljusförhållandena, de stora trafikmängderna under mörker (rusningstid) och väglagsförhållandena troligtvis orsakar den i medeltal större olycksfrekvensen under hösten och vintern./14/

b Olyckorna och trafiken under olika ljusförhållanden

Under åren 1967-71 inträffade 63,9 % av alla olyckor i dagsljus, 10,5 % i skymning och 25,6 % i mörker (6,8 % i mörker med vägbelysning och 18,8 % utan vägbelysning). Av de olyckor som ledde till personskador inträffade 64,3 % i dagsljus, 9,8 % i skymning och 25,9 % i mörker (6,8 % i mörker med belysning och 19,1 % utan vägbelysning)./14/. I diagram 2/10 visas hur olyckorna fördelar sig enligt ljusförhållandena månadsvis under åren 1967-71, och i diagram 2/11 visas på motsvarande sätt olyckornas säsongvariationer under åren 1967-71.

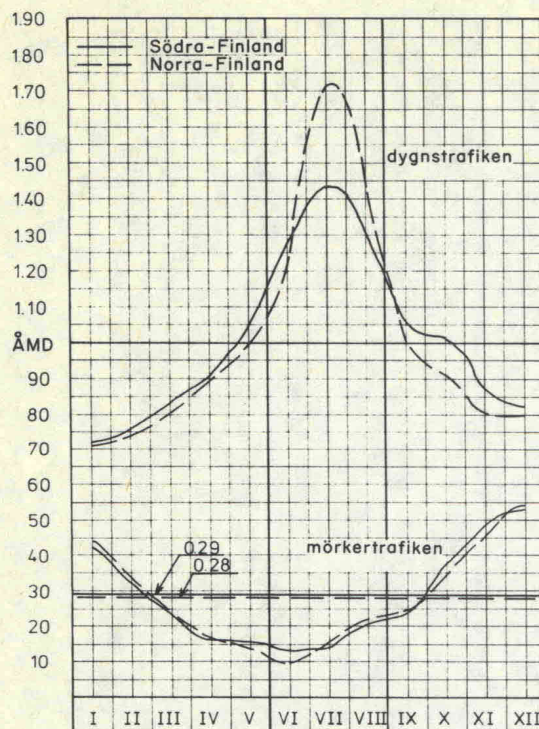


DIAGRAM 2/2
Motorfordonstrafikens säsongvariationer
på riks- och stamvägar år 1968

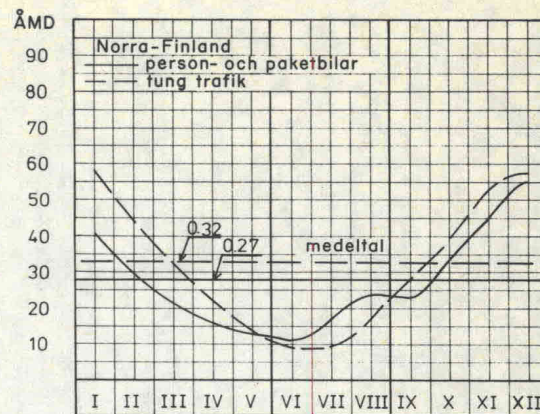


DIAGRAM 2/3
Mörkertrafikens säsongvariationer för
person- och paketbilar samt tung tra-
fik på riks- och stamvägar år 1968

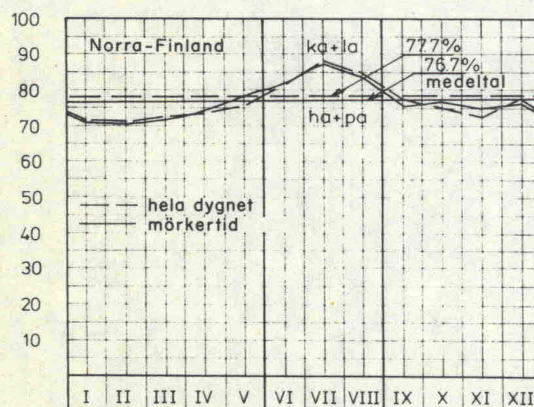
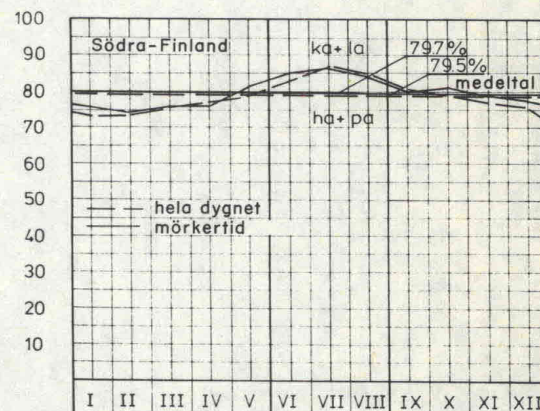


DIAGRAM 2/4
Trafikens sammansättning under olika
månader på riks- och stamvägar år 1968

ha+pa = person- och paketbilar
la+ka = tung trafik



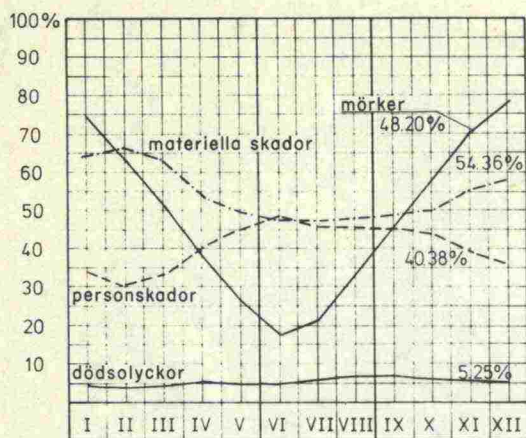


DIAGRAM 2/5
Olyckornas fördelning enligt allvarligaste skada under olika månader åren 1967-71

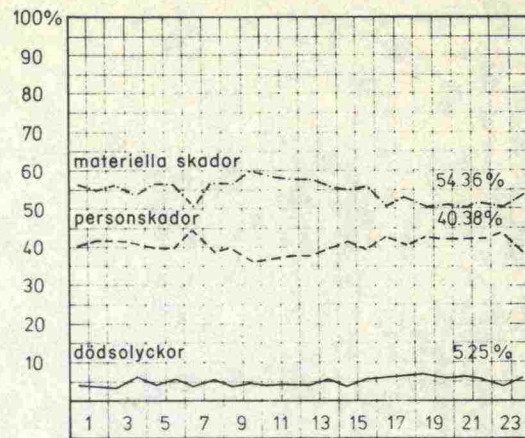


DIAGRAM 2/7
Olyckornas fördelning enligt allvarligaste skada åren 1967-71 under dygnets olika tider

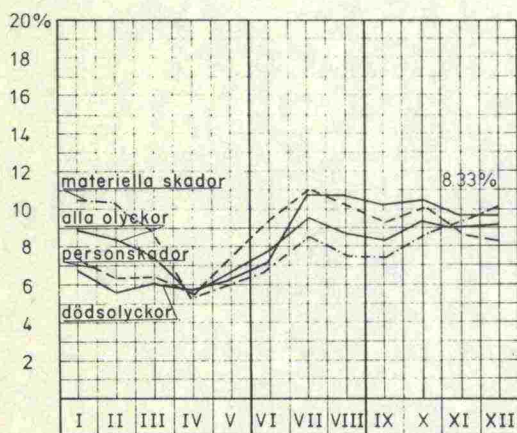


DIAGRAM 2/6
Säsongvariationerna för olyckor enligt allvarligaste skada åren 1967-71

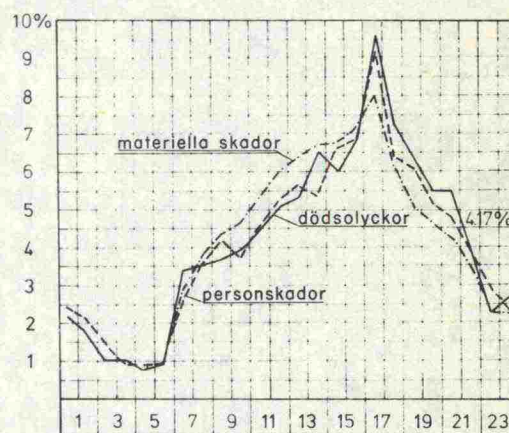


DIAGRAM 2/8
Olyckornas timvariationer enligt allvarligaste skada åren 1967-71

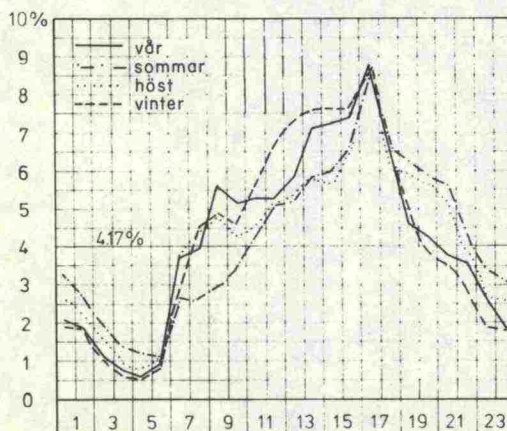


DIAGRAM 2/9
Alla olyckors timvariationer under olika årstider åren 1967-71

Att dra slutsatser enbart på basen av säsongvariationer och ljusförhållanden är svårt, p.g.a. att även trafikmängderna har en så betydande inverkan på olycksfrekvensen. I diagram 2/12 - 2/15 visas resultaten av en undersökning, som samtidigt beaktar mörkertrafikens och olyckornas variationer på riks- och stamvägar under året 1968./17/. I diagram 2/12 visas totala olyckornas och mörkerolyckornas säsongvariationer i Södra och Norra Finland. I diagram 2/13 granskas mörkertiden mörkertrafiken samt mörkerolyckorna på riks- och stamvägar i Södra och Norra Finland. I diagram 2/14 visas olyckornas och trafikens säsongvariationer i Södra och Norra Finland på riks- och stamvägar under året 1968. Undersökningsperioden är begränsad till endast ett år (1968), p.g.a. att det inte fanns tillgängliga trafikmängdsuppgifter från andra år.

Enligt diagrammen 2/10 - 2/14 kan de slutsatser dragas, att det under hösten och vintern händer fler olyckor i förhållande till trafikmängderna, än under våren och sommaren. I diagram 2/14 framgår detta speciellt av mörkertidens säsongvariationer. Man kan ytterligare, enligt diagrammen 2/5 och 2/14, sluta sig till, att mörkerolyckorna troligtvis är allvarligare än olyckorna i dagsljus. Eftersom olycksstatistiken och speciellt mörkerolycksstatistiken uppenbarligen är ofullständig, kan denna slutsats till viss grad vara osäker.

c

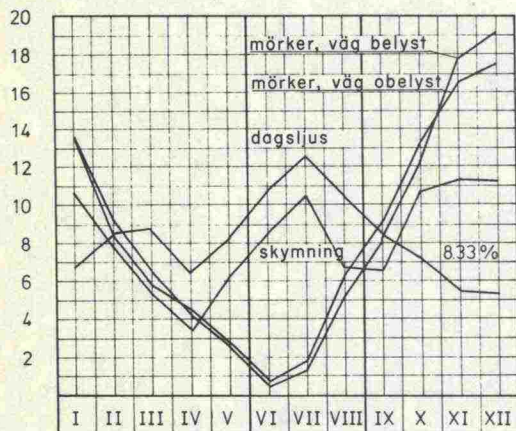
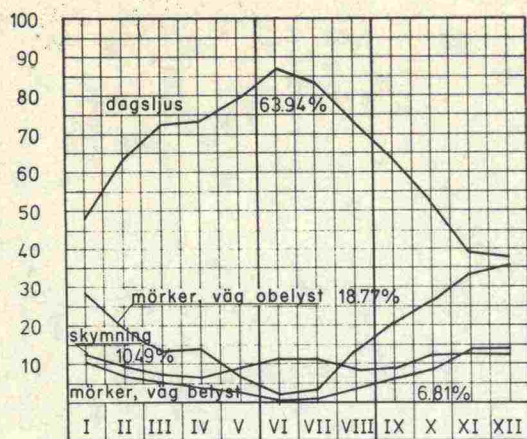
Olyckstyperna och -platserna under olika ljusförhållanden

Ur belysningssynpunkt är det meningsfullt att undersöka, förutom olyckornas följder och variationer samt mörkertrafiken, också de olika olyckstyperna och olycksplatserna. Denna typ av undersökningar ger klart mer information om vägbelysningens behov under olika förhållanden.

I tabellerna 2/4 och 2/5 visas ett sammandrag av olyckorna åren 1967-71 uppdelade i olyckstyper under olika ljusförhållanden. I tabellerna är både en och flera parter olyckor medtagna.

Tabell 2/4 Olyckornas relativa andel enligt olika olyckstyper under olika ljusförhållandena, åren 1967-71

Olyckstyp	Dags- ljus	Skym- ning	Mörker, vägen belyst	Mörker, vägen obelyst	Alla ljus- förhål- landen
Frontalkrock	51.43 %	38.27 %	43.08 %	27.74 %	44.87 %
Påkörning bakifrån	8.50 %	7.34 %	7.51 %	6.57 %	7.92 %
Påkörning av stilla- stående fordon	4.41 %	4.06 %	5.08 %	6.26 %	4.75 %
Avkörning	21.20 %	30.89 %	20.63 %	32.69 %	24.24 %
Påkörning av fotgängare	5.90 %	5.81 %	13.15 %	11.38 %	7.38 %
" " djur	0.95 %	3.15 %	0.84 %	3.76 %	1.70 %
" " hinder					
utanför vägbanan	0.91 %	1.38 %	2.35 %	1.55 %	1.17 %
Påkörning av hinder på vägbanan	0.61 %	0.98 %	1.31 %	1.17 %	0.80 %
Påkörning av refuge	0.08 %	0.12 %	0.44 %	0.27 %	0.15 %
Övriga	5.90 %	7.99 %	5.59 %	8.52 %	6.56 %
Totalt	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %



Olyckornas fördelning (2/I) och säsongvariationer (2/II) enligt olika ljusförhållanden under olika månader åren 1967-71

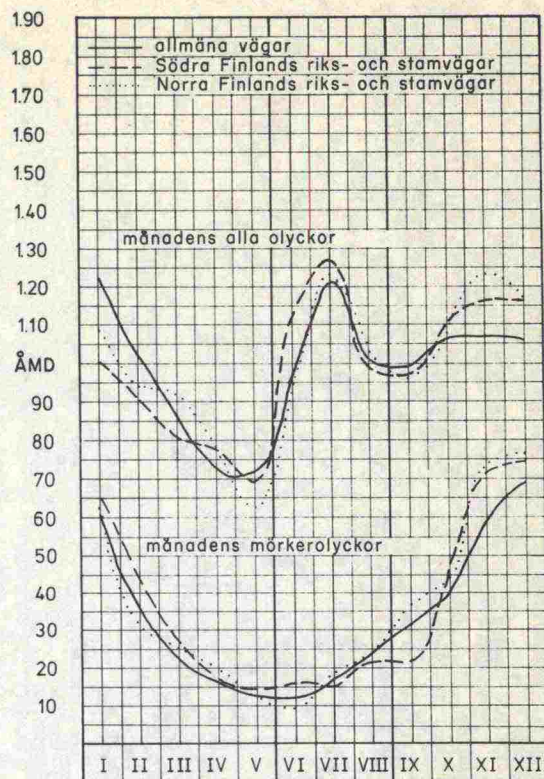


DIAGRAM 2/12

Olyckornas säsongvariationer på allmänna vägar, Södra och Norra Finland riks- och stamvägar år 1968

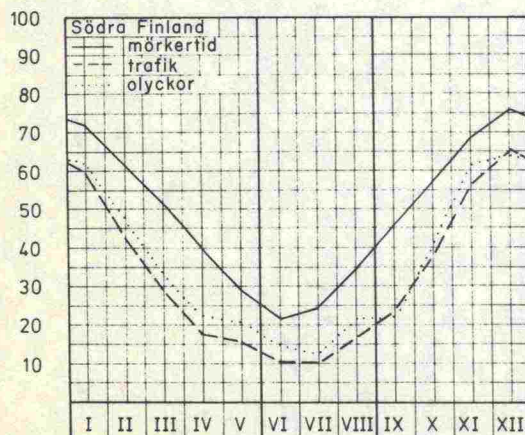
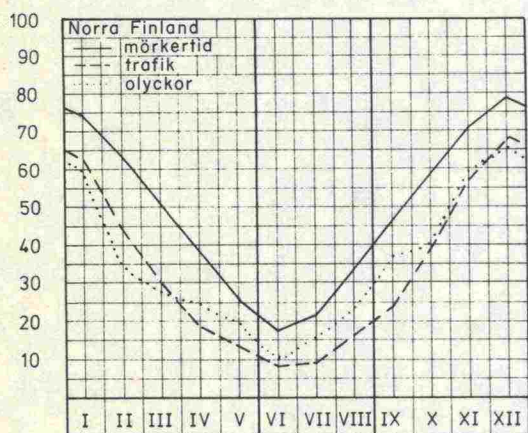


DIAGRAM 2/I3

Mörkertidens, mörkertrafikens och olyckornas relativa andel på riks- och stamvägar år 1968

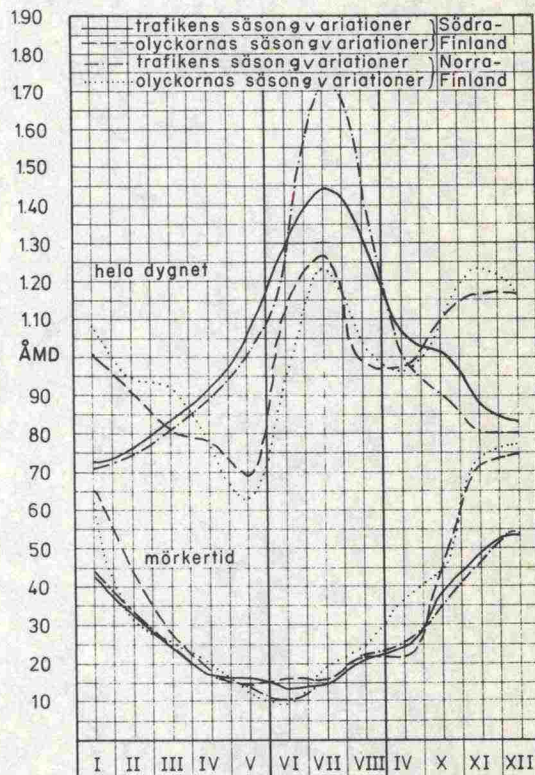


DIAGRAM 2/I4

Olyckornas säsongvariationer jämfört med trafikens säsongvariationer på Södra och Norra Finlands riks- och stamvägar år 1968

Tabell 2/5 Olyckstypernas relativa andelar under olika ljusförhållanden, åren 1967-71

Olyckstyp	Dags- ljus	Skym- ning	Mörker, vägen belyst	Mörker, vägen obelyst	Alla ljus- förhål- landen
Frontalkrock	72.99 %	8.90 %	6.50 %	11.56 %	100 %
Påkörning bakifrån	68.35 %	9.67 %	6.42 %	15.51 %	100 %
" av stilla- stående fordon	59.17 %	8.91 %	7.25 %	24.65 %	100 %
Avkörning	55.65 %	13.28 %	5.76 %	25.19 %	100 %
Påkörning av fotgängare	50.89 %	8.21 %	12.06 %	28.81 %	100 %
" " djur	35.84 %	19.36 %	3.35 %	41.43 %	100 %
" " hinder utanför vägbanan	49.33 %	12.26 %	13.61 %	24.80 %	100 %
Påkörning av hinder på vägbanan	48.61 %	12.85 %	11.07 %	27.47 %	100 %
Påkörning av refuge	35.87 %	8.70 %	20.65 %	34.78 %	100 %
Övriga	57.24 %	12.70 %	5.77 %	24.25 %	100 %
Totalt	63.94 %	10.49 %	6.81 %	18.77 %	100 %

På en mörk obelyst väg kan, enligt tabellerna, antas att det i medeltal händer fler avåknings- och att fler stillastående bilar, fler fotgängare, fler hinder både på och vid sidan av körbanan och fler djur blir påkörda. De mest framstående grupperna är avåkningarna (32,7 % av alla mörkerolyckor), påkörningarna av fotgängare (11,4 %) samt påkörningarna av djur (3,8 %). 41,4 % av de olyckor, där djur blev påkörda, och 28,8 % av de olyckor, där fotgängare blev påkörda, hände på mörka obelysta vägar. Om man jämför belysta och obelysta vägar sinsemellan, kan man säga, att jämförelsevis fler hinder både på och vid sidan av vägen, fler refuger och fler fotgängare blir påkörda på belysta, än på obelysta vägar. Detta torde bero på, att en belyst väg både till sin uppbyggnad (fler trafikdelare, korsningar m.m.) och till sitt läge (nära tätbebyggt område - fler fotgängare) är sådan, att tidigare nämnda olyckor händer oftare än på obelysta vägar.

I tabellerna 2/6 och 2/7 redovisas olyckornas relativa andel på olika vägsträckor under olika ljusförhållanden, samt i tabellerna 2/8 och 2/9 på motsvarande sätt korsnings- och väglinjeolyckornas relativa andel under olika ljusförhållanden.

Tabell 2/6 Olyckornas relativa fördelning på olika vägavsnitt under olika ljusförhållanden, åren 1967-71

Ljusförhållanden	Rak- sträcka	Kurva	Krön	Övrigt	Totalt
Dagsljus	47.40 %	20.14 %	3.59 %	28.80 %	100
Skymning	51.38 %	23.77 %	5.37 %	19.40 %	100
Mörker vägen, belyst	55.41 %	14.29 %	1.63 %	28.65 %	100
Mörker vägen, obelyst	58.15 %	23.27 %	4.58 %	13.93 %	100
Totalt alla ljusför- hållanden	50.20 %	20.63 %	3.79 %	24.92 %	100

Tabell 2/7 Olyckornas relativa fördelning på olika väg-
avsnitt under olika ljusförhållanden, åren 1967-71

Ljusförhållanden	Rak- sträcka	Kurva	Krön	Övrigt	Totalt
Dagsljus	60.16 %	62.19 %	59.64 %	73.63 %	63.94 %
Skymning	10.69 %	12.03 %	14.82 %	8.13 %	10.49 %
Mörker vägen, belyst	7.48 %	4.69 %	2.92 %	7.79 %	6.81 %
" " , obelyst	21.66 %	21.09 %	22.62 %	10.45 %	18.77 %
Totalt alla ljus- förhållanden	100 %	100 %	100 %	100 %	

Tabell 2/8 Olyckornas relativa fördelning i olyckor på väg-
linjen och i korsningar under olika ljusförhållanden,
åren 1967-71

Vägavsnitt	Dags- ljus	Skym- ning	Mörker vägen belyst	Mörker vägen obelyst	Alla ljus- förhållanden
Korsning	43.35 %	30.11 %	46.55 %	20.57 %	37.76 %
Väglinje	56.65 %	69.89 %	53.45 %	79.43 %	62.24 %
Totalt	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabell 2/9 Den relativa fördelningen av olyckor i korsningar
och på väglinje under olika ljusförhållanden, åren
1967-71

Vägavsnitt	Dags- ljus	Skym- ning	Mörker vägen belyst	Mörker vägen obelyst	Alla ljus- förhållanden
Korsning	73.00 %	8.32 %	8.35 %	10.17 %	100 %
Väglinje	58.19 %	11.78 %	5.85 %	23.95 %	100 %
Medelvärde	63.94 %	10.49 %	6.81 %	18.77 %	100 %

Av tabellerna 2/6 och 2/7 kan de slutsatser dras, att över hälften av mörkerolyckorna, både på belysta och obelysta vägar, händer på raksträckor och betydligt mer än medeltalet för alla ljusförhållanden (50,20 %). I kurvor och på krön kan vägbelysningens reducerande inverkan på olycksfrekvensen iaktas. På belysta vägar händer 14,3 % och 1,6 % av mörkerolyckorna i kurvor och på krön medan motsvarande procenttal för obelysta vägar är 23,3 % och 4,6 %.

Procentalen är visserligen inte direkt jämförbara, p.g.a. skillnader mellan belysta och obelysta vägar (geometrin, omgivningen o.s.v.). Av tabellerna 2/8 och 2/9 framgår, att det relativt sett händer fler olyckor i korsningar under dagsljus och på belysta vägar (43,4 % och 46,6 %), än under övriga ljusförhållanden (30,1 % och 20,6 %). På motsvarande sätt, händer i proportion fler olyckor på raksträckor under skymning och mörker (69,9 % och 79,4 %) än under övriga ljusförhållanden (56,7 % och 53,5 %). Detta torde bero på, att det under skymning och mörker händer fler avåknningar, påkörningar av djur och fotgängare, och att dessa olyckor är vanligare på raksträckor än i korsningar.

d
Olyckor och lätt trafik under
olika ljusförhållanden

Enligt det föregående är den lätta trafiken betydligt mer utsatt för olyckor än övriga trafikgrupper, speciellt på mörka obelysta vägar. I tabellerna 2/10, 2/11 och 2/12 visas resultaten av en undersökning gjord i Tavastehus väg- och vattendistrikt, som berör gång- och cykeltrafiken./8/.

Tabell 2/10 Totala olyckornas och gång- och cykeltrafik-
olyckornas relativa fördelning under olika ljus-
förhållanden i Tavastehus väg- och vattendistrikt,
åren 1967-71

Ljusförhållande	Alla olyckor	P a r t		
		Fotgängare	Cykel	Moped, M-cykel
Dagsljus	62.5 %	52.6 %	75.6 %	78.3 %
Skymning	11.2 %	8.8 %	7.6 %	9.2 %
Mörker, vägen belyst	7.8 %	12.7 %	7.0 %	6.0 %
Mörker, vägen obelyst	18.5 %	25.9 %	9.8 %	6.5 %
Alla ljusförhållanden	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabell 2/11 Dödsolyckornas relativa fördelning under olika
ljusförhållanden i Tavastehus väg- och vatten-
distrikt åren 1967-71

Ljusförhållande	Alla olyckor	P a r t		
		Fotgängare	Cykel	Moped, M-cykel
Dagsljus	58,7 %	51,5 %	71,4 %	81,5 %
Skymning	11,3 %	6,8 %	9,5 %	7,4 %
Mörker, vägen belyst	6,4 %	9,1 %	4,8 %	3,7 %
Mörker, vägen obelyst	23,6 %	32,6 %	14,3 %	7,4 %
Alla ljusförhållanden	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabell 2/12 Dödsolyckornas relativa andelar av trafikgruppernas totala olyckor under olika ljusförhållanden i Tavastehus väg- och vattendistrikt åren 1967-71

Ljusförhållande	Alla olyckor	P a r t		
		Fotgängare	Cykel	Moped, M-cykel
Dagsljus	5,5 %	23,4 %	15,0 %	10,1 %
Skymning	5,5 %	18,4 %	20,0 %	7,8 %
Mörker, vägen belyst	4,8 %	17,4 %	10,7 %	6,1 %
Mörker, vägen obelyst	7,1 %	30,3 %	23,0 %	11,1 %
Alla ljusförhållanden	5,7 %	24,0 %	15,9 %	9,8 %

Enligt tabell 2/10 händer det, av alla olyckor under dagsljus, i proportion färre olyckor med fotgängare inblandade men fler cykel moped- och motorcykelolyckor. På mörka vägar är situationen omvänd. Av alla olyckor händer det jämförelsevis fler olyckor med fotgängare inblandade, och färre cykel-, moped- och motorcykelolyckor. Av tabell 2/11 kan konstateras att, av alla olyckor, är cykel moped- och motorcykelolyckornas allvarlighetsgrad hög under dagen och att olyckorna med fotgängare inblandade är allvarliga under mörker. Av de **olyckor** där fotgängare var delaktiga, ledde så mycket som 24 % till dödsfall (tabell 2/12, alla ljusförhållanden) under det att motsvarande procenttal för alla olyckor endast var 5,7 %. På mörka obelysta vägar är procenttalet ännu högre, 30,3 %, vilket stöder konstaterandet, att fotgängare under mörker ofta blir inblandade i allvarliga trafikolyckor. Motsvarande procenttal för olyckor där cyklister är delaktiga, är också anmärkningsvärt högt (23,0 %), under det att medeltalet under alla ljusförhållanden är 15,9 %.

e Sammandrag

Enligt punkterna a-d kan följande konstateras:

- Av alla olyckor på allmänna vägar leder 5-6 % till dödsfall (under åren 1967-71 var medeltalet 5,25 %), 40-41 % till personskador (under åren 1967-71 var medeltalet 40,38 %) och 54-55 % till materiella skador (under åren 1967-71 var medeltalet 54,36 %).
- Av alla olyckor på allmänna vägar händer 63-64 % under dagsljus (under åren 1967-71 var medeltalet 63,94 %), 10-11 % under skymning (under åren 1967-71 var medeltalet 10,49 %) och 25-26 % under mörker (under åren 1967-71 var medeltalet 25,58 %) varav 6-7 % hände på belysta vägar (medeltalet var 6,81 %) och 18-19 % på obelysta vägar (medeltalet var 18,77 %).
- Under hösten och vintern händer det under mörkertid fler olyckor i förhållande till trafikmängderna än under de övriga årstiderna.

- På en mörk obelyst väg händer relativt sett fler avåkningar och fler påkörningar av stillastående fordon, fotgängare, djur och hinder både på och vid sidan av vägen, än under dagsljus eller under alla ljusförhållanden. De största mörkerolycksgrupperna är frontalkrockar, avåkningar och påkörningar av fotgängare. Dessutom händer en övervägande del av djurpåkörningarna under mörker eller skymning.
- På en mörk obelyst väg händer över hälften av olyckorna på raksträckor och ungefär en fjärdedel i kurvor. (Olyckornas relativa andelar under alla ljusförhållanden var på raksträckor 50 % och i kurvor 21 % under åren 1967-71).
- På en mörk obelyst väg händer ca. 80 % av olyckorna på väglinjen och ca. 20 % i korsningar (under åren 1967-71 var motsvarande medeltal under alla ljusförhållanden ca 62 % och 38 %).
- Av alla olyckor, där fotgängare är delaktiga, händer ca. 26 % på mörka obelysta vägar. (Alla olyckors motsvarande medeltal var under åren 1967-71 ca. 18-19 %). Motsvarande procenttal för olyckor, som leder till dödsfall, är ca. 33 % medan motsvarande medeltal för alla olyckor är ca. 24 %.
- Av de olyckor, som händer på mörka obelysta vägar där fotgängare, cyklister eller mopedister är inblandade, leder 30-31 %, 22-23 % och 11-12 % till dödsfall, under det, att alla olyckstypers totala medelvärde är 5-6 % och under alla ljusförhållanden är motsvarande tal 24 %, 16 % och 10 %.

För långt dragna slutsatser grundade på olyckstatistik är inte befogade, på grund av att statistikan endast grundar sig på de uppgifter, som kommit polisen tillhanda. Det är uppenbart, att en del av speciellt de mörkerolyckor, som endast leder till materiella skador, inte registreras, vilket sin tur resulterar i att bilden av mörkerolyckornas allvarlighetsgradsfördelning blir felaktig.

2.2

Vägbelysningens inverkan på olyckor

2.21

Undersökningsmetoder

Vägbelysningens betydelse för trafiken undersöks huvudsakligen med de i punkt 2.0 nämnda metoderna. Klara anvisningar för hur jämförande undersökningar ska utföras, kan inte ges, då sättet att utföra dem är högst beroende av jämförelseobjekten och deras trafikförhållanden. Det allmänna tillvägagångssättet följer det i punkt 2.0 förevisade utförandet.

I before-after undersökningar undersöks vägbelysningens betydelse vid trafikolyckor enligt följande princip:

- Om anläggandet av vägbelysningen inte har lett till någon förändring, är förhållandet mellan dag- och nattolyckorna följande:

$$\frac{a}{A} = \frac{b}{B}, \text{ där } \begin{array}{l} a = \text{olyckorna efter; under mörker i allm.} \\ \text{en 2-års period} \\ A = \text{olyckorna efter; under dagsljus} \\ b = \text{olyckorna före; under mörker} \\ B = \text{olyckorna före; under dagsljus} \end{array}$$

och vidare,

$$a = b \times \frac{A}{B}$$

Faktorn r , som visar den relativa förändringen vägbelysningen åstadkommit i förhållande till före-perioden, definieras på följande sätt:

$$r = \frac{A}{b \times \frac{A}{B}} = \frac{a}{b} : \frac{A}{B}$$

Olyckornas reduktionsprocent är:

$$100 (1-r) = 100 \left(1 - \frac{a}{b} : \frac{A}{B}\right)$$

Slutresultatets tillförlitlighet testas vanligen med en χ^2 -test, varmed resultatets statistiska signifikans kan uppskattas.

$$\chi^2 = \frac{(b \times A - a \times B)^2 (a+b+A+B)}{(a+b) (A+B) (b+B) (a+A)}$$

om $\chi^2 \leq 3,84$ är resultatet nästan signifikant

om $\chi^2 \leq 6,63$ är resultatet signifikant

om $\chi^2 \leq 10,83$ är resultatet mycket signifikant

2.22

Undersökningsresultat

I tabell 2/13 visas två, i Finland utförda, before-after undersökningars resultat i vilka statistisk signifikans emellertid inte har uppnåtts.
/8,11/.

Tabell 2/13 Resultat av i Finland utförda before-after undersökningar

	Olycks- reduktion 100(1-r)	Statistisk signifikans
Finska väg- och vattenbyggnadsstyrelsens undersökning 1973 (DI Alava)		
- personskadeolyckor	33 %	nej
- materiella olyckor	29 %	nej
- alla olyckor	31 %	nej
Matti Hämäläinen (Diplomarbete i Tavastehus väg- och vattendistrikt 1973) (Olycksuppgifter från Tavastehus, Kymmene, Åbo och Vasa väg- och vattendistrikt)		
- dödsolyckor	50 %	nej
- personskadeolyckor	12 %	nej
- materiella olyckor	-36 %	nej
- alla olyckor	-9 %	nej
(Olycksuppgifter från Tavastehus, Kymmene, Åbo och Vasa väg- och vattendistrikt)		
- personskadeolyckor	54 %	nej
- materiella olyckor	-4 %	nej
- alla olyckor	32 %	nej

I tabell 2/14 visas resultaten av de viktigaste utländska undersökningarna rörande stads- och förstadsförhållanden. /1,10/.

Tabell 2/14 De viktigaste utländska before-after utredningarnas resultat (2-filiga stads- och förortsleder)

	Olycks- reduktion	Statistisk signifikans
Tanner 1957		
- dödsolyckor	50 %	nej
- svåra personskadeolyckor	33 %	nästan
- lindriga personskadeolyckor	27 %	hög
- alla olyckor	30 %	hög
- fotgängarolyckor	45 %	hög
- övriga personskadeolyckor	23 %	ja
Borel 1958		
- personskadeolyckor	36 %	ja
Sherry 1959		
- alla olyckor	48 %	-

	Olycks- reduktion	Statistisk signifikans
Street and Highway Lighting 1963		
- dödsolyckor	89 %	-
- personskadeolyckor	29 %	-
- materiella olyckor	33 %	-
- alla olyckor	38 %	-
TFK 1965		
Genomfartsleder		
- personskadeolyckor	46 %	nej
- alla olyckor	34 %	nej
Innerstadsgator		
- alla olyckor	12 %	nej
Highway Safety Act 1966		
Gator och vägar		
- dödsolyckor	63 %	-
Större korsningar		
- dödsolyckor	83 %	-
TRRL:s undersökning år 1963		
- fotgängarolyckor	45 %	ja
- övriga olyckor	23 %	ja
- alla olyckor	30 %	ja
- dödsolyckor	50 %	nej
- svåra personskadeolyckor	33 %	ja
- lindriga personskadeolyckor	27 %	ja

I en del av undersökningarna i tabell 2/14 har det varit frågan om endast en förbättring av belysningsstandarden, vilket naturligtvis inte ger en alldeles fullständig bild av vägbelysningens inverkan på olyckor.

I tabell 2/15 visas liknande resultat på huvudgator och motorvägar./1,16/.

Tabell 2/15 De viktigaste utländska before-after undersökningarnas resultat (4-fältsleder med mittremsa och motorvägar)

	Olycks- reduktion 100(1-r)	Statistisk signifikans
4-fältsleder med mittremsa Christie 1966 (TRRL)		
- personskadeolyckor	38 %	ja
Electrical World 1969		
- dödsolyckor	-41 %	-
- personskadeolyckor	39 %	-
- alla olyckor	22 %	-

	Olycks- reduktion 100(1-r)	Statistisk signifikans
Motorvägar		
Buffevent 1956		
- personsakdeolyckor	44 %	-
- materiella olyckor	32 %	-
- alla olyckor	48 %	-

Electrical World:s dödsolycksuppgifter kan anses vara avvikande, då, inga uppgifter finns tillgängliga om den statistiska signifikansen, och då de övriga undersökningsresultaten inte stöder dessa uppgifter.

Resultaten i tabell 2/15 är i medeltal något sämre än i tabell 2/14. Allmänt kan sägas att undersökningsresultaten varierar mycket p.g.a. de lokala trafikförhållandena.

De mest betydande uppgifterna i tabellerna 2/14 och 2/15 finns i TRRL:s undersökningar av år 1963 och år 1966, vilka har statistisk signifikans, samt grundar sig på en tillräcklig mängd grundmaterial. Dessa resultat är även publicerade i OECD:s publikation av år 1971./16/.

Följande olycksreduktionstabell, grundad på tabellerna 2/13 - 2/15 samt i Finland gjord olyckstatistik (punkt 2.13), kan förevisas:

Tabell 2/16 Av vägbelysningen resulterande olycksreduktion i olika olycksgrupper

Olycksgrupp	Mörkerolyckornas reduktion 100 (1-r)
- dödsolyckor	30-50 % medeltal 40 %
- personsakdeolyckor	30-40 % " 35 %
- materiella olyckor	20-30 % " 25 %
- alla olyckor	20-40 % " 30 %

För att precisera reduktionens variationsgränser behövs fler before-after eller jämförande undersökningar, speciellt i Finland.

Fästän undersökningsresultaten har visat, att vägbelysning minskar antalet mörkerolyckor, så kan en ökning av olyckorna, där hinder vid sidan av vägen blir påkörda, skönjas. Enligt engelska undersökningar är 35 % av de tidigare nämnda olyckorna, olyckor där belysningsstolpar blir påkörda./3/. Eftersom ca. 1,3 % av alla olyckor i Finland är olyckor, där hinder vid sidan av vägen blir påkörda (både en- och flerpartsolyckor), och om de engelska undersökningsresultaten tillämpas, så resulterar detta i att 0,5 % av alla olyckor, är olyckor där belysningstolpar blir påkörda.

I denna utredning uppmärksammas inte påkörningarna av belysningsstolpar, eftersom de engelska undersökningsresultatens användbarhet i finska förhållanden inte ännu undersökts.

2.3

Andra trafiksäkerhetssynpunkter

Man har i Finland och andra länder relativt blygsamt undersökt anslutningars, korsningars, trafikmässigt heterogena vägars osv. trafiksäkerhet speciellt ur vägbelysningssynpunkt. De tillgängliga uppgifterna är i allmänhet en biprodukt av andra utredningar, och är dessutom svåra att kontrollera och värdera. Av detta skäl kan man om ämnet endast göra vissa antaganden, t.ex. på basen av olycksstatistiken.

Ett vägavsnitt, som skiljer sig från det vanliga, utgör för trafikanten en riskfaktor, ur trafiksäkerhetssynpunkt, vars verkningar bör minskas med olika trafiksäkerhetsåtgärder. Dylika riskställena på vägar är bl.a. anslutningar i plan, plankorsningar mellan landsväg och järnväg samt skyddsvägar och busshållplatser, som ofta förekommer i samband med anslutningar. Likadant är olycksrisken speciellt i mörker stor på vägar, som ej har separata vägar eller körfiler för gång- och cykeltrafik eller annan långsam trafik. Ju mer invecklade trafikregleringar och ju större trafikmängder, desto större är även olycksrisken.

Med vägbelysning, som en trafiksäkerhetsåtgärd, kan man åstadkomma:

- att anslutningar, korsningar, övergångsställen, busshållplatser o.s.v. kan iakttas i ett tidigare skede
- att anslutningars och vägars optiska vägledning och orientering blir bättre
- att trafikregleringar (refuger, körbanemarkeringar, trafikmärken, övergångsställen, busshållplatser o.s.v.) syns bättre
- att trafikens smidighet och trafikkapaciteten under mörker blir bättre.

När beslut om trafiksäkerhetsåtgärder görs bör man minnas att vägbelysning är en av flera möjligheter till förbättring. Som övriga åtgärder kan nämnas skilda gång- och cykelvägar, skilda vägar för långsamma fordon och lokaltrafik, tunnlar eller broar för gång- och cykeltrafik, trafikljus osv. Däremot finns ofta orsak att anlägga vägbelysning i samband med någon av de tidigare nämnda åtgärderna p.g.a. vägbelysningens klart positiva inverkan på trafiksäkerheten.

Enligt olycksstatistiken händer ca. 10 % av alla olyckor i dimma, snöblandat regn eller snöfall. Av dessa hände i sin tur 26-30 % i anslutningar eller korsningar./14/. Det kan antas, att minst en tredjedel av olyckorna har hänt under dåliga siktförhållanden, av vilka en del hade kunnat förhindras med vägbelysning. Vägbelysningens positiva inverkan under dåliga siktförhållanden kan inte anses vara allmängiltig, utan fall för fall bör undersökas, och på basen av den lokala olyckstatistiken bör de aktuella förbättringsåtgärderna (t.ex. vägbelysning) söka motiveras.

Exceptionella och dåliga siktförhållanden råder ofta även på gamla vägar med låg standard, vars små kurv- och vertikalradier samt dåligt placerade anslutningar leder, ur trafik-säkerhetssynpunkt, till oförmånliga förhållanden. På denna typ av vägar ger vägbelysning under dagen en god optisk vägledning, samt underlättar upptäckandet av anslutningar. Under mörker minskar vägbelysningen osäkerheten om vägrikningen, som är ett resultat av mötande fordons bländning, och härmed minskar också avåkningarna.

Störande sidoljus kan, under mörker och speciellt vid dålig väderlek (dimma, regn, snöfall), vilseleda trafikanten, vilket vidare kan leda till avåkning eller frontalkrock. Dylika situationer uppstår lätt om två obelysta vägar löper jämsides. Ett fordon på den ena vägen kan vilseledas av ett mötande fordon på den andra, vilket resulterar i fara för avåkning.

Motsvarande situation kan även uppstå, då endast den ena vägen är belyst. För att förbättra trafiksäkerheten kan i vissa fall, i stället för vägbelysning, kantpålar eller räcken försedda med reflektorer användas.

Anläggningar (bensinstationer, fabriksbyggnader o.s.v.) eller speciella punktbelysningar (t.ex. reklam) vid sidan av vägen, kan, på en obelyst väg under mörker, leda till bländning eller, till att bilistens uppmärksamhet riktas någon annanstans, vilket i sin tur kan leda till en olycka. Detta beror ofta på en felaktig belysning av anläggningen eller punkten, och att vägens närhet inte beaktats. På dylika vägavsnitt kan vägbelysning ha en förbättrande inverkan på trafiksäkerheten.

På vägar kan smala broar, färjlägen, skarpa kurvor, älgars och renars vägövergångsställen o.s.v. komma som en överraskning för trafikanten, speciellt i mörker, och vidare leda till en olycka. Exempel på exceptionella vägförhållanden är:

- vägar i närhet av flygplatser ur flygtrafikens säkerhetssynpunkt
- smala broar och låga vägportar
- exceptionellt belägna övergångsställen
- speciellt dimmiga och hala vägavsnitt och broar
- broar med flera trafikantgrupper
- vägavsnitt där djurpåkörningar är vanliga

På en del av de tidigare nämnda vägavsnitten kan, efter övervägande, tillåtas en lägre belysningsstandard än normalt.

I ovannämnda fall kan man värdera behovet av vägbelysning med tillhjälp av förhållandetalet mellan dag- och nattolyckor, vilket noggrannare beskrivits i punkt 6.2.

3 VÄGBELYSNINGENS ANDRA VERKNINGAR

3.0 Allmänt

De flesta undersökningar i olika delar av världen, som berör vägbelysning, riktar sig huvudsakligen på trafiksäkerheten. I samband med before-after undersökningar strävar man visserligen samtidigt till att klargöra vägbelysningens inverkan även på andra trafikfaktorer, men ett klart beroendeförhållande mellan belysningen och de undersökta faktorerna har man inte med statistisk signifikans kunnat påvisa. Detta torde bero på att man inte kunnat uppnå så idealiska förhållanden att man med bestämdhet kunnat säga, att de undersökta faktorernas förändringar berott enbart på ljusförhållanden.

En del uppgifter och iakttagelser kan erhållas om vägbelysningens inverkan på trafikhastighet, trafikkapacitet, trafikanternas uppträdande (bländning, körprestationer) o.s.v., även om slutsatsernas tillförlitlighet inte är bra. Slutsatserna är till stor del mer eller mindre subjektiva i fråga om hur vägbelysningen förändrar någon trafikfaktor. I det efterföljande behandlas en del av dessa trafikfaktorer på basis av tillgängliga undersökningar, och i det fall, att sådana inte finns, har rent subjektiva antaganden gjorts.

3.1 Trafikens hastighet

I utländska utredningar har man kunnat konstatera, att trafikens medelhastighet, i mörker på obelysta gator och vägar, är 2-5 km/h lägre än under dagsljus/1/. Rådande begränsande faktorer (hastighetsbegränsningar, anslutningar o.s.v.) på gator och vägar har stört undersökningsresultatets tillförlitlighet, vilket i sin tur har försvårat bedömningen av hastighetsförändringarna under fria körförhållanden. Det kan ändå antas, att hastighetsförändringarna på landsbygden är större på motor- eller andra högklassiga vägar utan hastighetsbegränsningar, och mindre eller rent av obefintliga på vägar, som både är av lägre standard och har hastighetsbegränsning. I stads- och förstadsområden är situationen troligtvis en annan p.g.a. större trafikmängder. Den kan antas, att trafikhastigheten på hastighetsberänsade områden är klart högre under dagsljus, än under mörker, på bekostnad av trafiksäkerheten (små avstånd mellan fordon; se tabell 3/1). Under mörker är fordonsljusens bländning så störande (stor trafikmängd) att hastigheten sjunker betydligt under dagsljusvärdena. Samma inverkan på hastigheten har även stadsområdenas stora mängder av fotgängare och trafikregleringar (refuger, körbanemarkeringar, övergångsställen o.s.v.) som under mörker ofta verkar mer invecklade.

I undersökningar har man kommit till liknande resultat också för belysta vägar; hastigheten är högre i mörker, på belysta än på obelysta vägar. Mörkertrafikens hastighetsskillnad före

och efter anläggandet av vägbelysning är av samma storleksordning, alltså 2-5 km/h./1/. Undersökningar utförda i Finland har till resultat gett t.o.m. 12 km/h./2/. I Tavastehus väg- och vattendistrikt utförda undersökningar, rörande hastighetsförändringarna, var resultaten av storleksordningen 1-2 km/h, och i vissa fall t.o.m. negativa, alltså hastigheten på mörk väg var större än på belyst./8/.

I undersökningen har emellertid konstaterats, att mättningsförhållandena inte varit tillfredställande; vissa bilister upptäckte radarn på belysta vägar. Resultaten är alltså till viss mån otillförlitliga.

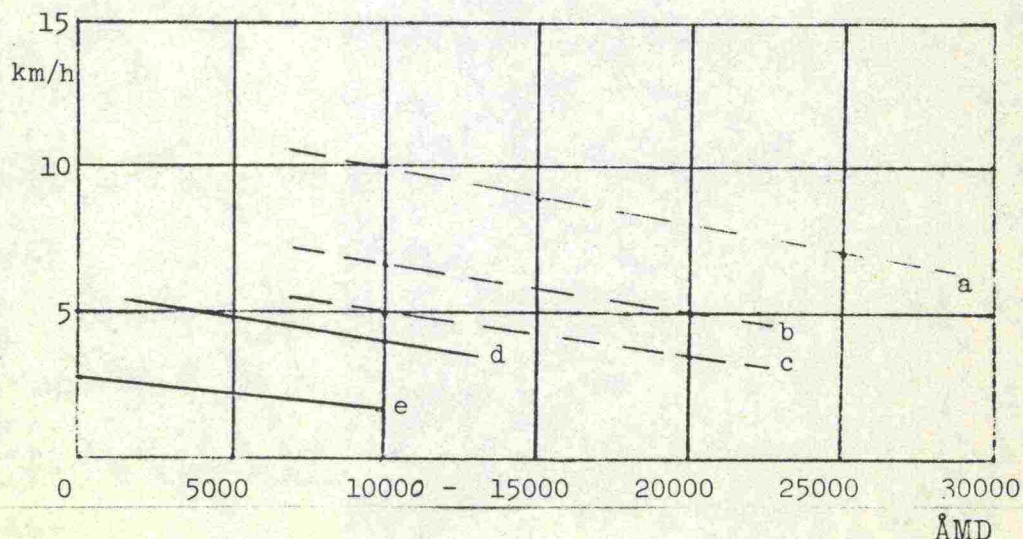
Det är uppenbart att hastighetsskillnaden mellan belysta och obelysta vägar är beroende av trafikmängderna, vägklassen, den tunga trafikens andel, samt av hastighetsbegränsningarna.

I tabell 3/1 visas resultaten av en undersökning utförd av Transportation and Road Research Laboratory, i vilken tre vägavsnitts hastighetsförändringar mättes efter anläggandet av vägbelysning./4/.

Tabell 3/1 Hastighetsförändringen på tre vägavsnitt efter anläggandet av vägbelysning

	Vägavsnitt			Medelvärde
	1	2	3	
Hastighetsbegränsning	Nej	Nej	Ja	
Vägbredd (m)	10	9	10	
Hastighetsförändring (km/h)				
Personbilar	+2,7	+2,7	+4,7	+3,4
Lastbilar	+1,8	+1,1	+2,4	+1,8

På basen av de tidigare nämnda undersökningarna/1, 2, 8/ och subjektiva värderingar, kan man tänka sig, att hastighetsförändringarna följer de i diagram 3/1 förevisade beroende förhållandena.



- a) motorväg utan hastighetsbegränsning
- b) motortrafikled utan hastighetsbegränsning
- c) motor- och motortrafikled med hastighetsbegränsning
- d) 2-filig landsväg, utan hastighetsbegränsning (stadsområden med hastighetsbegränsning)
- e) 2-filig landsväg, med hastighetsbegränsning (stadsområden utan hastighetsbegränsning)

Diagram 3/1 Uppskattad hastighetsförändring på vägar av olika klass, efter anläggandet av vägbelysning.

3.2

Trafikkapacitet

Av undersökningarna har framgått, att fordonsförarna lämnar längre avstånd mellan fordonen under mörker, än under dagsljus./1/. Detta minskar naturligtvis trafikkapaciteten beroende på hastigheten. HCM 1950 framhåller, att trafikkapaciteten, på en två-filig landsväg under mörker, sjunker 5-10 %, och att denna minskning kan elimineras i det närmaste helt med hjälp av vägbelysning. I den nya upplagan av HCM (1965) har man inte behandlat ämnet. Trafikkapacitetens minskning är emellertid svår att uppmärksamma, t.ex. i lönsamhetsberäkningar, eftersom maximal trafikkapacitet knappast behövs under mörker, annat än under några vintermånader. Den kapacitetsförbättring vägbelysningen åstadkommer, uppmärksammas på sätt och vis i hastighetsförändringarna.

3.3

Fordonsljusens bländning

I vissa länder, t.ex. i Belgien, motiveras behovet av vägbelysning med den bländning fordonsljusen åstadkommer. Behov av vägbelysning föreligger, när trafikmängden är så stor, att fordonen, i det närmaste hela tiden, är tvingade att använda närljus. I Sverige har man ifrån samma utgångspunkt i viss mån utfört undersökningar. Resultatet visas i diagram 3/2./1/.

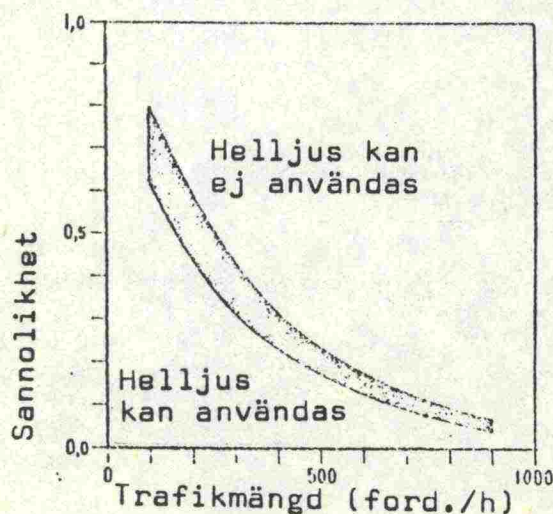


Diagram 3/2 Sannolikheten för att ett fordon kan använda helljus på en tvåfilig landsväg med olika trafikmängder.

I undersökningar utförda i Finland är trafikmängderna av samma storleksordning, som i diagram 3/2./8/. Båda utredningarna har utgått från det antagandet att trafikströmmen följer Poissons fördelning (negativ exponentialfördelning).

I den finska utredningen har följande beräkningsmetod tillämpats:

$$p = e^{-q_1 t_1} \times e^{-q_2 t_2}, \text{ där} \quad (3.1)$$

p = sannolikheten att tidsperioderna är längre än t_1 och t_2

q_1 = trafikmängd i riktning 1

t_1 = tidsperiod motsvarande ett mellannun på 150 meter mellan två fordon i riktning 1

q_2 = trafikmängd i riktning 2

t_2 = tidsperiod motsvarande ett mellannun på 300 meter mellan två fordon i riktning 2

I diagram 3/3 visas, utgående från ekvation 3.1, kurvor, där $q_1 = 2/3 q$ och $q_2 = 1/3 q$ (q = totala trafikmängden i båda riktningarna).

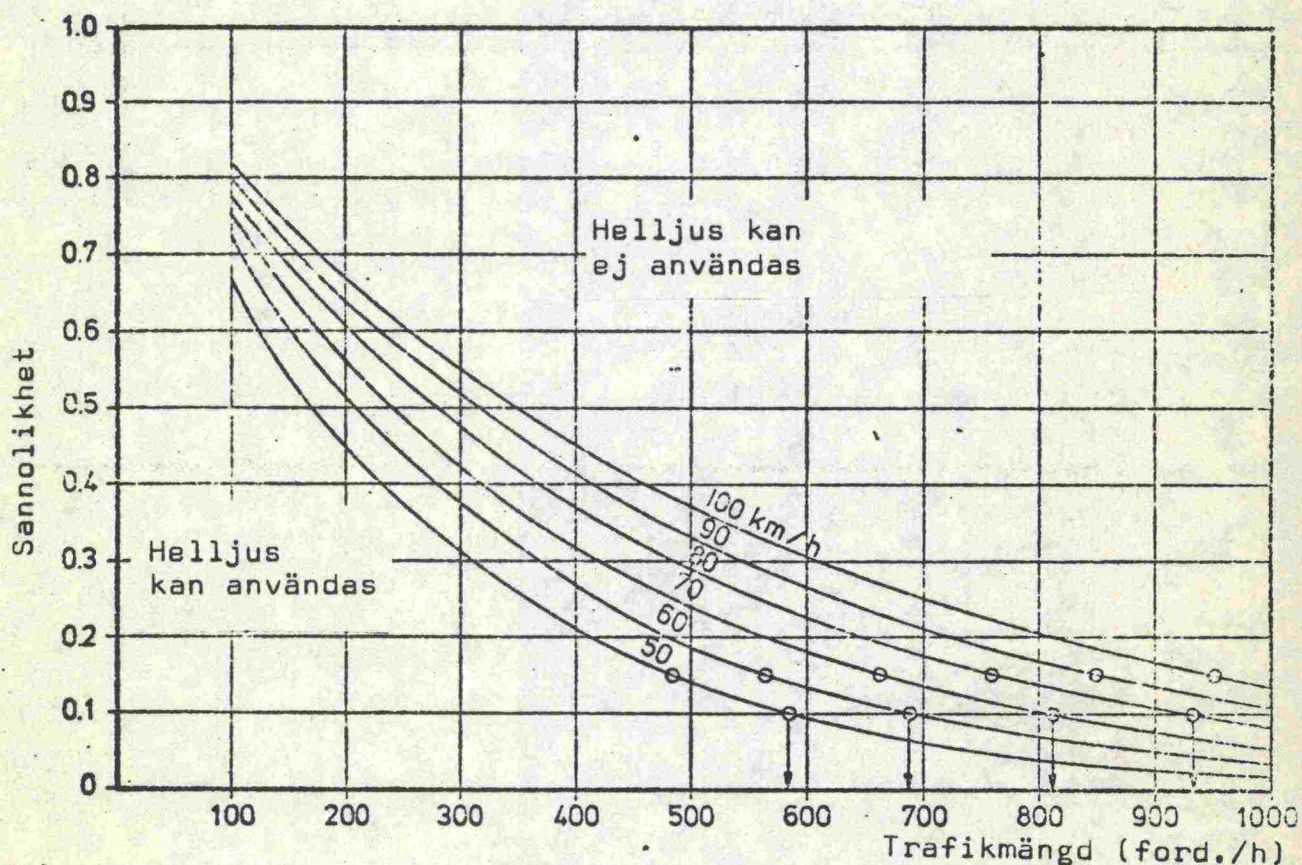


Diagram 3/3 Sannorlikheten för att fordonen kan använda helljus, som funktion av trafikmängd och hastighet.

Med 10 %:s sannorlikhet varierar trafikmängderna mellan 600-1100 fordon/h, vilket omräknat i ÅMD motsvarar 6000-11000 fordon/dygn, om maxtimmen antages vara 10 % av ÅMD.

3.4

Optisk vägledning

Med vägbelysning kan bilisten varnas för tvära kurvor bakom krön, eller för plankorsningar och dess refuger. Vägbelysningen visar även anslutningens form, dess olika delar samt övriga på orienteringsförmågan inverkan faktorer.

Genom att tillämpa samma enhetliga metodik vid belysning av huvudvägsanslutningar får man till stånd en enhetlig trafikomgivning, samtidigt som trafiksäkerheten ökar.

För att vägbelysningen ska förbättra den optiska vägledningen, måste man speciellt uppmärksamma belysningsplaneringen för att förhindra att till och med ett negativt slutresultat erhålls.

3.5

Övriga synpunkter

Enligt rådande praxis har det uppstått sådana ställen på vägarna, som belyses utan vidare, utan att man behöver stöda sig på lönsamhetsberäkningar. Dylika vägområden har redovisats både i VOV:s normalbestämmelser och anvisningar och i utländska motsvarande anvisningar. I bilaga I redovisas American Association of State Highway Officials' (AASHO) 1969 anvisningar, Canadian Standards Association 1965 samt Svenska Vägverkets motsvarande anvisningar, som står under arbete.

Det finns även inverknings beroende på vägbelysning, som är svåra att värdera, och som i vissa fall kan ha betydelse, då man uppskattar behovet av vägbelysning. Sådana är bl.a.:

- säkerhets- och trivselkänslan för vägtrafikanterna, och dess förbättring
- körbekvämlighetens förbättring för vägtrafikanterna, som man t.om. skulle vara redo att betala för. T.ex. i Sverige antages, att man skulle vara villiga att betala 0-2 kr/h för bekvämligheten genom vägbelysning, vilket t.ex. vid hastigheten 60 km/h motsvarar 0-3 p/ford. km.

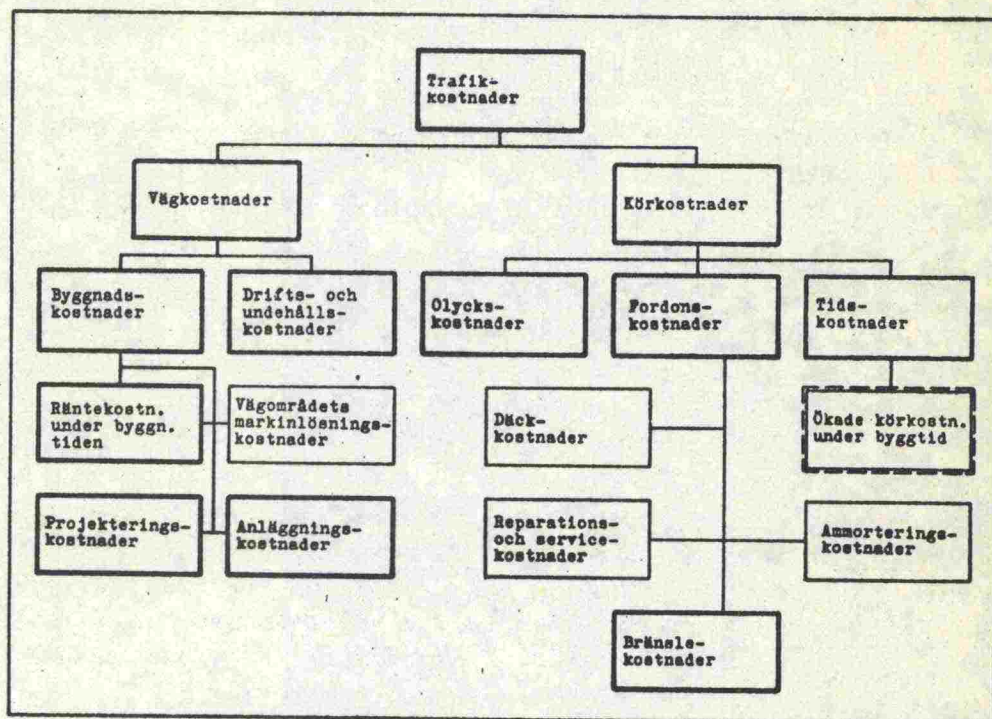
I Finland belyser man i allmänhet enligt gängse praxis:

- Gator- och allmänna vägar i tätorter
- Motorvägar, om trafikmängden är $> 25\ 000$ fordon/dygn, eller om avståndet mellan två trafikplatsers rampspetsar ≤ 2000 m eller ytterligare om avståndet mellan två redan belysta vägavsnitt ≤ 1500 m
- Motor- och motortrafikleders trafikplatser, rastplatser, serviceområden och trafikmärken
- Två-filiga vägar, om avståndet mellan redan belysta vägavsnitt eller anslutningar ≤ 500 m
- Rörliga broar, och vägar i anslutning till dessa
- Färjlägen, och vägar i anslutning till dessa
- Tunnlar och långa vägporter.

4 VÄGBELYSNINGENS INVERKAN PÅ TRAFIKKOSTNADERNA

4.0 Allmänt

I väg- och trafikekonomiska lönsamhetsberäkningar uppdelas projektens totalkostnader enligt figur 4/1. I figuren visas, med grova ramar, de kostnadsfaktorer, som vägbelysningen, enligt undersökningar, inverkar på.



Figur 4/1 Väg- och trafikkostnaderna

Det är uppenbart att vägbelysningen inverkar på alla dessa trafikkostnadsgrupper trots att beroendeförhållandena inte alltid är entydiga och tillförlitliga. För att erhålla användbart grundmaterial, borde i framtiden utföras både fältundersökningar och kompletterande olycksundersökningar och -utredningar, varvid statistikens kodning bör i större grad uppmärksammas.

Vägbelysningen innebär sannolikt en besparing av trafikkostnaderna, då främst beroende på en minskad bränsleförbrukning vid jämnare hastighet. Visserligen framhåller vissa källor, att vägbelysningen innebär fler omkörningar, vilket vidare resulterar i en högre bränsleförbrukning. /1,2/.

Vägbelysningen innebär besparing av tidskostnader p.g.a. att en högre hastighet kan hållas, varvid färdtiden förkortas. Den genomsnittliga färdhastighetsförändringen före och efter anläggandet av vägbelysning är beroende av vägstandard och trafikmängden.

Mörker- och dagsljusolyckornas inbördes förhållande samt olycks-kostnadernas besparing är allmänt undersökta och accepterade trafik-kostnadsfaktorer, vilka vägbelysning inverkar på. Before-after undersökningar visar en minskning av mörker-olyckorna med 20-40 % även, om påkörningar av hinder har ökat efter att vägbelysningsanläggningarna monterats. (35 % av påkörningarna av hinder är påkörningar av lykt-stolpar)./3/. (jämför kap. 2).

4.1

Fordonskostnader

Personbilarnas bränslebesparing p.g.a vägbelysning har konstaterats vara 0,40 - 0,70 liter/100 km, beroende på hastigheten./2/. Tunga fordons bränslebesparingar har tills-vidare inte undersökts varför de här lämnas utan beaktande. Ett bensinpris utan skatt av 64,32 penni/l (år 1974) innebär en besparing av 0,257 - 0,450 penni/ford.km. I tabell 4/1 visas bränslekostnadsbesparingen i penni/ford.km, som en funktion av mörkertrafikens andel.

Tabell 4/1 Bränslekostnadsbesparing (år 1974)

Mörkertrafikens andel (%)	Besparing (penni/ford.km)	
20	0,051 - 0,090	
25	0,064 - 0,113	$Ank_s = Pak_s =$
30	0,077 - 0,135	
35	0,090 - 0,158	$Pa_s \times Pak \times p$
40	0,103 - 0,180	100×100
<hr/>		
Ank_s = fordonskostnadsbesparing (penni/ford.km)	64,32 penni/l	
Pak_s = bränslekostnadsbesparing (penni/ford.km)	(år 1974)	
Pak = bränslets skattefria pris (penni/l)	0,4 - 0,7	
Pa_s = bränslebesparing (l/100 km)	1/100 km	
P = mörkertrafikens andel av ÅMD (%)	20-40 %	

Värdena är mycket grova och grundar sig på de trafikförhållanden, som råder på Helsingfors västra två-filiga in farts-leder. P.g.a bränsleprisets stora förändringskänslighet är det i det närmaste omöjligt att förutspå en prisutveckling till åren 1985 och 1995. I tabell 4/2 visas bränslebesparingen åren 1975, 1980, 1985, 1990 och 1995 med en årlig prisökning av 2 % och en bränslebesparing av 0,55 l/100 km.

Tabell 4/2 Bränslets kostnadsbesparing (Pak_s) (medelvärde)

Mörkertrafikens andel %	Besparing (penni/ford.km)				
	1975	1980	1985	1990	1995
20	0.072	0.079	0.088	0.097	0.107
25	0.090	0.100	0.110	0.122	0.134
30	0.109	0.120	0.132	0.146	0.161
35	0.126	0.139	0.154	0.170	0.188
40	0.144	0.159	0.176	0.194	0.214

Tabellens kostnadsvärden baseras på en medelhastighet av 70-75 km/h.

Med ytterligare undersökningar borde den tunga trafikens, backighetens, kurvighetens o.s.v. inverkan på bränslebesparingen under olika ljusförhållanden utredas. I utländska undersökningar uppmärksammas fordonskostnadsbesparingarna i lönsamhetsberäkningar för vägbelysning inte alls, p.g.a. bristfälliga utgångsuppgifter.

Fordonskostnadsbesparingen kan uträknas med följande formler:

$$Ank_s(75) = a \times 3650 \times Pak_s(75) \text{ (mk/km)}$$

$$Ank_s(85) = b \times 3650 \times Pak_s(85) \text{ (mk/km)} \quad (4.1)$$

$$Ank_s(95) = c \times 3650 \times Pak_s(95) \text{ (mk/km)}$$

och som nuvärden:

$$Ank_s(75) = a \times 3650 \times Pak_s(75) \text{ (mk/km)}$$

$$Ank_s(85) = b \times 1771 \times Pak_s(85) \text{ (mk/km)} \quad (4.2)$$

$$Ank_s(95) = c \times 859 \times Pak_s(95) \text{ (mk/km)}$$

besparingarna under perioden 1975-95 är:

$$Ank_s(75-95) = a \times 12756 \times Pak_s(75) + b \times 18488 \times$$

$$Pak_s(85) + c \times 5967 \times Pak_s(95) \text{ (mk/km)} \quad (4.3)$$

där:

$$Ank_s(75-95) = \text{fordonskostnadsbesparingarna under perioden 1975-95 diskonterade till år 1975 (mk/km)}$$

$$a = \text{ÅMD 75 (1000 ford.)}$$

$$b = \text{ÅMD 85 (1000 ford.)}$$

$$c = \text{ÅMD 95 (1000 ford.)}$$

$$Pak_s(75) = \text{Bränslekostnadsbesparing år 1975 (penni/ford.km)}$$

$$Pak_s(85) = " \quad " \quad 1985 \quad (" \quad " \quad)$$

$$Pak_s(95) = " \quad " \quad 1995 \quad (" \quad " \quad)$$

Med de genomsnittliga bränslekostnadsbesparingarna (tabell 4/2) erhålls de i tabell 4/3 förevisade fordonskostnadsbesparingarna för tidsperioden 1975-95, som funktion av mörkertidens andel av ÅMD.

Tabell 4/3 Ank-besparingarna under perioden 1975-95 som nuvärden

Mörkertrafikens andel (%)	Besparingarna (1975-95) med 7,5 %:s diskonteringsränta
20	$Ank_s (75-95) = a \times 918 + b \times 1627 + c \times 638 \text{ (mk/km)}$
25	$Ank_s (75-95) = a \times 1148 + b \times 2034 + c \times 800 \text{ (mk/km)}$
30	$Ank_s (75-95) = a \times 1390 + b \times 2440 + c \times 961 \text{ (mk/km)}$
35	$Ank_s (75-95) = a \times 1607 + b \times 2847 + c \times 1122 \text{ (mk/km)}$
40	$Ank_s (75-95) = a \times 1837 + b \times 3254 + c \times 1277 \text{ (mk/km)}$

4.2 Tidskostnader

I undersökningar har man funnit, att den hastighetsökning vägbelysning åstadkommer, kan variera 2-15 km/h beroende på vägstandard, hastighetsbegränsning och trafikmängd./1,2/. Engelska undersökningar har gett värdena 2-5 km/h, svenska 0-3 km/h och finska 10-15 km/h./4,1,2/ (se punkt 3.1). Hastighetsförändringen kan med ganska stor säkerhet antas vara 0-5 km/h, medan värdena 6-15 km/h är för stora för denna utredning. Undersökningsresultat, som har antytt en hastighetsminskning, har i detta sammanhang ansetts vara undantag p.g.a speciella förhållanden (se punkt 3.1).

Tidsbesparingarna p.g.a hastighetsökning kan beräknas med formeln:

$$A_t = \frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} \quad (4.4)$$

A_t = tidsbesparing (h/ford.km)

v_1 = hastighet under mörker före anläggandet av vägbelysning (km/h)

v_2 = hastighet efter anläggandet av vägbelysning (km/h)

I diagram 4/2 visas tidskostnadsbesparingarna som ett nomogram med följande utgångsvärden:

v_1 = 50, 60, 70, 80, 90, 100 (km/h)

hastighetsförändring = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (km/h)

person- och paketbils-
trafikens andel av ÅMD = 75, 85, 95 %

tunga trafikens andel
av ÅMD = 25, 15, 5 %

mörkertrafikens andel
av ÅMD = 20, 25, 30, 35, 40 %

person- och paketbils-
trafikens tidskostnader

/5/	= 1975	5,63	mk/h
	1985	6,86	"
	1995	8,37	"

tunga trafikens tidskost-
nader /5/

= 1985	13,14	mk/h
1985	16,02	"
1995	19,52	"

Kurvorna i diagram 4/2 grunder sig på formeln:

$$Aik'_s = 0,01 \times p (Aik_{ha} \times s + Aik_r \times t) \times A_t \text{ (penni/ford.km)}$$

Aik'_s = tidskostnadsbesparingarna (penni/ford.km)

p = mörkertrafikens andel av ÅMD (%)

Aik_{ha} = personbilstrafikens tidskostnad (mk/h)

s = personbilstrafikens andel av ÅMD (%)

Aik_r = tunga trafikens tidskostnad (mk/h)

t = tunga trafikens andel av ÅMD (%)

A_t = tidsbesparing (h/ford.km)

Tidskostnadsbesparingarna kan beräknas med följande formler:

$$Aik_s (75) = a \times 3650 \times Aik'_s (75) \text{ (mk/km)}$$

$$Aik_s (85) = b \times 3650 \times Aik'_s (85) \text{ (mk/km)} \quad (4.5)$$

$$Aik_s (95) = c \times 3650 \times Aik'_s (95) \text{ (mk/km)}$$

och som nuvärden år 1975:

$$Aik_s (75) = a \times 3650 \times Aik'_s (75) \text{ (mk/km)}$$

$$Aik_s (85) = b \times 1771 \times Aik'_s (85) \text{ (mk/km)} \quad (4.6)$$

$$Aik_s (95) = c \times 859 \times Aik'_s (95) \text{ (mk/km)}$$

Tidskostnadsbesparingarna under perioden 1975-95 är som nuvärden:

$$Aik_s (75-95) = a \times 12756 \times Aik'_s (75) + b \times 18488 \times Aik'_s (85) + c \times 5967 \times Aik'_s (95) \text{ (mk/km)} \quad (4.7)$$

där a , b och c är som i formel 4.3 och

$Aik_s (75-95)$ = tidskostnadsbesparingarna under perioden 1975-95 diskonterade till år 1975 (mk/km)

$Aik'_s (75)$ = tidskostnadsbesparingarna år 1975 (penni/ford.km)

$Aik'_s (85)$ = " " 1985 (" ")

$Aik'_s (95)$ = " " 1995 (" ")

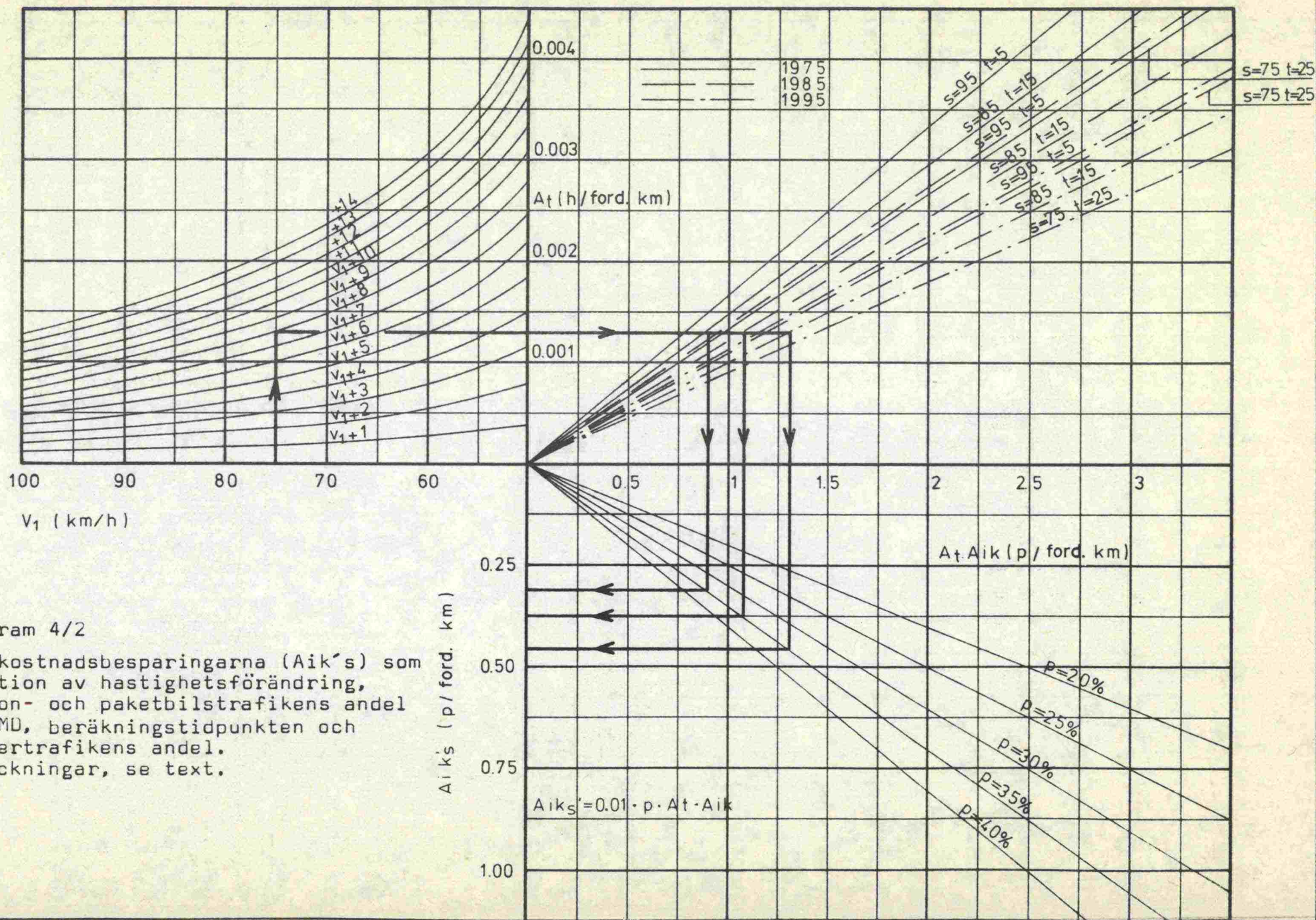


Diagram 4/2

Tidskostnadsbesparingarna ($A_{ik's}$) som funktion av hastighetsförändring, person- och paketbilstrafikens andel av AMD, beräkningstidpunkten och mörkertrafikens andel. Beteckningar, se text.

4.3

Olyckskostnader

Olyckskostnaderna bildar den klart viktigaste gruppen, när trafik kostnadsbesparingar beräknas. Undersökningar, vilka utreds i kapitel 2, har visat att mörkerolyckorna i medeltal minskar 20-40 % p.g.a vägbelysningen. När undersökningsresultat värderas, bör observeras, att olycksreduktionen sannolikt är olika för skilda olycksgrupper, och att anläggandet av vägbelysning i vissa fall t.o.m har ökat antalet dödsolyckor./6/. Detta undersökningsresultat kan ändå anses vara ett undantag, och man kan antaga att vägbelysningens reducerande inverkan är störst speciellt i denna olycksgrupp.

Enligt finska väg- och vattenbyggnadsstyrelsens statistik, /7, kap. 2/, är de olika olycksgruppernas andelar av alla de olyckor på allmänna vägar, som polisen registrerat, följande:

Tabell 4/4

Olycksgrupp	Andel av reg. olyckor	Medelvärde åren 1967-71
Dödsolyckor	4-6 %	5,26 % (e_1)
Personskadeolyckor	39-42 %	40,38 % (e_2)
Materiella olyckor	57-52 %	54,36 % (e_3)
		100,00 %

Med hänvisning till utländska källor/1,4/, samt till en finsk utredning, kan, antas att de olika olycksgruppernas reduktionsprocent vid mörkerolyckorna är:

Tabell 4/5

Olycksgrupp	Mörkerolyckornas reduktion	Medelvärde
Dödsolyckor	30-50 %	40 % (f_1)
Personskadeolyckor	30-40 %	35 % (f_2)
Materiella olyckor	20-30 %	25 % (f_3)

Genom att förena de nyss nämnda värdena erhålls den genomsnittliga reduktionsprocenten 23-37 % av mörkerolyckorna.

Olyckskostnadsbesparingen kan uträknas på två sätt:

- med genomsnittliga olyckskostnader (penni/ford.km)
- genom att granska olycksgrupperna skilt för sig.

a
Beräkning med genomsnittliga olyckskostnader

I diagram 4/3 visas, som ett nomogram, en beräkningsmetod enligt följande formel:

$$\text{Onk}'_s = 0,0001 \times p \times d \times \text{Onk} \text{ (penni/ford.km)}, \text{ där}$$

p = mörkertrafikens andel av ÅMD (20,25,30,35,40 %)

d = mörkerolyckornas genomsnittliga reduktionsprocent (20-25-30-35-40 %)

Onk = olyckskostnaderna ur tabell 4/6 (penni/ford.km)

Tabell 4/6 Olyckskostnaderna på allmänna vägar x)

Väg- typ	Olycksgrad ₈ olyckor/10 ford. km	Onk (penni/ford.km)					
		1970	1975	1980	1985	1990	1995
	Kil						
Motorväg	50	2.0	2.4	3.0	3.6	4.4	5.3
IN-13/7.5	90	3.6	4.4	5.4	6.5	7.9	10.0
IN-10/7	90	3.6	4.4	5.4	6.5	7.9	10.0
IIN-8/7	120	4.8	5.8	7.1	8.6	10.6	12.8
IIN-7/6	150	6.0	7.3	8.9	10.8	13.2	16.0
IIIN-5.5	150	6.0	7.3	8.9	10.8	13.2	16.0

Olyckskostnadsbesparingarna kan beräknas enligt följande formel:

$$\text{Onk}_s(75) = a \cdot 3650 \cdot \text{Onk}'_s(75) \text{ (mk/km)}$$

$$\text{Onk}_s(85) = b \cdot 3650 \cdot \text{Onk}'_s(85) \text{ (mk/km)} \quad (4.8)$$

$$\text{Onk}_s(95) = c \cdot 3650 \cdot \text{Onk}'_s(95) \text{ (mk/km)}$$

och som nuvärden år 1975:

$$\text{Onk}_s(75) = a \cdot 3650 \cdot \text{Onk}'_s(75) \text{ (mk/km)}$$

$$\text{Onk}_s(85) = b \cdot 1771 \cdot \text{Onk}'_s(85) \text{ (mk/km)} \quad (4.9)$$

$$\text{Onk}_s(95) = c \cdot 859 \cdot \text{Onk}'_s(95) \text{ (mk/km)}$$

Olyckskostnadsbesparingarna under perioden 1975-95 är som nuvärden:

$$\begin{aligned} \text{Onk}_s(75-95) = & a \cdot 12756 \cdot \text{Onk}'_s(75) + b \cdot 18488 \cdot \text{Onk}'_s(85) \\ & + c \cdot 5967 \cdot \text{Onk}'_s(95) \text{ (mk/km)} \end{aligned}$$

(4.10)

x) Tabellvärdena är beräknade på samma sätt, som tabellen i Finska väg- och vattenbyggnadsverkets investeringsberäkningsanvisningar, genom att använda aktuella enhetskostnader för olyckor (dödsfall 550 000 mk, personskadeolycka 8 000 mk och en materiell skada 1 660 mk).

där a, b och c är som i formeln (4.3)

$Onk_s (75-95)$ = Olyckskostnadsbesparingarna under perioden
1975-95 diskonterade till år 1975

$Onk'_s (75)$ = olyckskostnadsbesparing år 1975 (penni/ford.km)

$Onk'_s (85)$ = " 1985 (")

$Onk'_s (95)$ = " 1995 (")

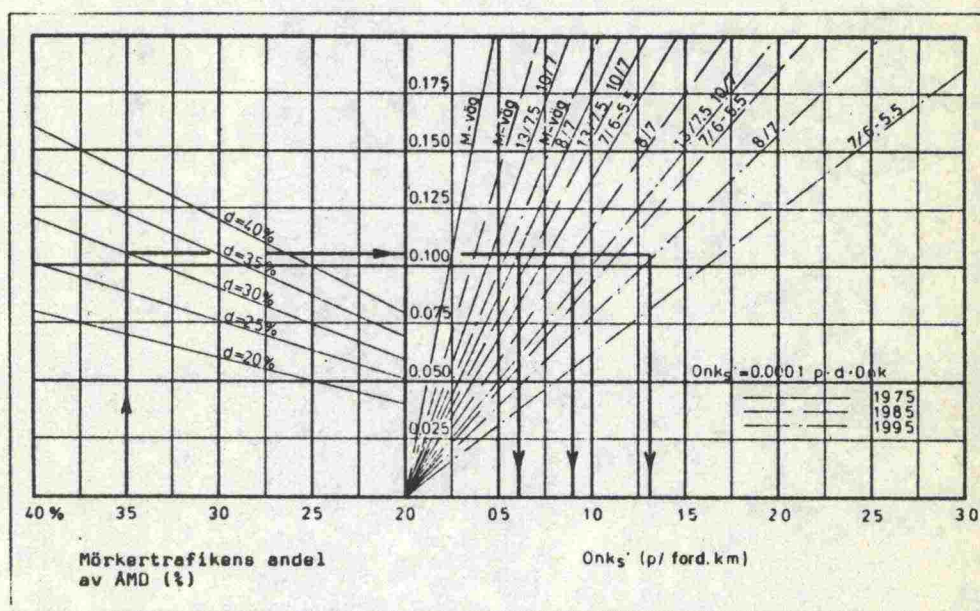


Diagram 4/3 Olyckskostnadsbesparingarna (Onk'_s) som funktion av mörkertrafikens andel, mörkerolyckornas reductionsprocent, tvärsektionen och utredningstidpunkten

b
Granskning utförd på basen av olika olycksgrupper

Beräkningsmetoden grundar sig på att olycksgruppernas kostnadsbesparingar granskas var för sig. Beräkningsmetoden kan förvisas med följande formler:

$$\begin{aligned}
 Onk'_s = & e_1 \cdot f_1 \cdot p \cdot g \cdot (x_1 \cdot h_1 + x_2 \cdot h_2 + h_3) \cdot 10^{-12} + \\
 & e_2 \cdot f_2 \cdot p \cdot g \cdot (x_3 \cdot h_2 + h_3) \cdot 10^{-12} + \quad (4.11) \\
 & e_3 \cdot f_3 \cdot p \cdot g \cdot h_3 \cdot 10^{-12} \text{ (mk/ford.km), där}
 \end{aligned}$$

- e_1 = dödsolyckornas andel av alla olyckor (%)
 e_2 = personskadeolyckornas andel av alla olyckor (%)
 e_3 = de materiella skadornas andel av alla olyckor (%) } Totalt
100 %
 f_1 = dödsolyckornas reduktionsprocent p.g.a vägbelysningen (%)
 f_2 = personskadeolyckornas reduktionsprocent p.g.a vägbelysningen (%)
 f_3 = materiella olyckornas reduktionsprocent p.g.a vägbelysningen (%)
 p = mörkertrafikens andel av ÅMD (%)
 g = olycksgrad på ifrågavarande vägavsnitt (olyckor/ 10^6 km)
 x_1 = det genomsnittliga antalet döda/dödsolycka (1,1 stycken)
 x_2 = det genomsnittliga antalet skadade personer/dödsolycka (0,8 stycken)
 x_3 = det genomsnittliga antalet skadade personer/personskadeolycka (1,6 stycken)
 h_1 = genomsnittspriset för ett trafikdödsfall (550 000 mk år 1971)
 h_2 = genomsnittspriset för en personskada (8 000 mk år 1971)
 h_3 = genomsnittspriset för en materiell skada (1 600 mk år 1971)

Genom att insätta dessa värden i formel (4.11) erhålls:

$$Onk'_s(71) = p \cdot g \cdot (613100 \cdot e_1 \cdot f_1 + 14460 \cdot e_2 \cdot f_2 + 1660 \cdot e_3 \cdot f_3) \cdot 10^{-12} \text{ mk/ajon.km} \quad (4.12)$$

Genom att anta, att de genomsnittliga enhetskostnadernas årliga ökning är 4 %, erhålls följande kostnader:

Tabell 4/7 Olyckornas enhetskostnader åren 1971-1995 i mk

Pris för ett/en	1971	1975	1980	1985	1990	1995
Trafikdödsfall	550000	643400	782800	952400	1158800	1409800
Personskada	8000	9300	11400	13800	16900	20500
Materiell skada	1660	1940	2360	2870	3500	4250

och fortsättningsvis formelns (4.12) kostanta faktorer:

$$k_1 = x_1 \cdot h_1 + x_2 \cdot h_2 + h_3$$

$$k_2 = x_3 \cdot h_2 + h_3$$

$$k_3 = h_3$$

Tabell 4/8 Olyckskostnadsbesparingsformelns konstanta faktorer åren 1971-1995

Faktor	1971	1975	1980	1985	1990	1995
k_1	613100	717100	872600	1061600	2353300	1571400
k_2	14460	16900	20600	25000	30500	37100
k_3	1660	2000	2400	2900	3500	4300

Med tabell 4/8:s faktorer erhålls:

$$\text{Onk}'_s(75) = p \cdot g \cdot (717100 \cdot e_1 \cdot f_1 + 16900 \cdot e_2 \cdot f_2 + 2000 \cdot e_3 \cdot f_3) \cdot 10^{-10} \text{ penni/ford.km}$$

$$\text{Onk}'_s(85) = p \cdot g \cdot (1061600 \cdot e_1 \cdot f_1 + 25000 \cdot e_2 \cdot f_2 + 2900 \cdot e_3 \cdot f_3) \cdot 10^{-10} \text{ penni/ford.km} \quad (4.13)$$

$$\text{Onk}'_s(95) = p \cdot g \cdot (1571400 \cdot e_1 \cdot f_1 + 37100 \cdot e_2 \cdot f_2 + 4300 \cdot e_3 \cdot f_3) \cdot 10^{-10} \text{ penni/ford.km}$$

Om man antar, att $e_1 = 5,26 \%$, $e_2 = 40,38 \%$ ja $e_3 = 54,36 \%$ erhålls:

$$\text{Onk}'_s(75) = p \cdot g \cdot (3,7719 \cdot f_1 + 0,6824 \cdot f_2 + 0,1087 \cdot f_3) \cdot 10^{-4} \text{ penni/ford.km}$$

$$\text{Onk}'_s(85) = p \cdot g \cdot (5,5840 \cdot f_1 + 1,0095 \cdot f_2 + 0,1576 \cdot f_3) \cdot 10^{-4} \text{ penni/ford.km} \quad (4.14)$$

$$\text{Onk}'_s(95) = p \cdot g \cdot (8,2656 \cdot f_1 + 1,4981 \cdot f_2 + 0,2337 \cdot f_3) \cdot 10^{-4} \text{ penni/ford.km}$$

I diagram 4/4 visas ett nomogram uträknat på basis av formeln (4.14)

Olyckskostnadsbesparingarna kan beräknas med följande formler:

$$\text{Onk}_s(75) = a \cdot 3650 \cdot \text{Onk}'_s(75) \text{ (mk/km)}$$

$$\text{Onk}_s(85) = b \cdot 3650 \cdot \text{Onk}'_s(85) \text{ (mk/km)} \quad (4.15)$$

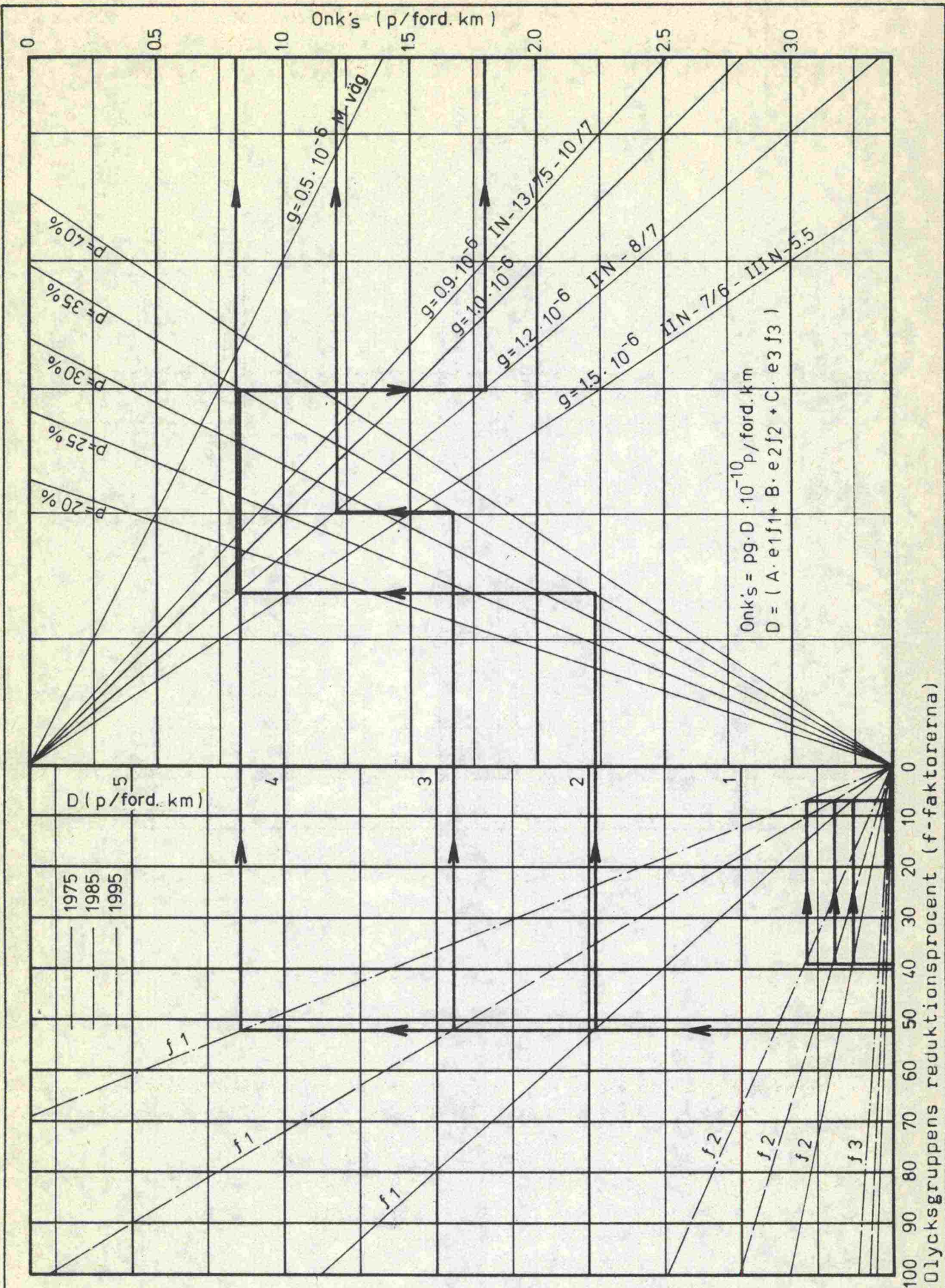
$$\text{Onk}_s(95) = c \cdot 3650 \cdot \text{Onk}'_s(95) \text{ (mk/km)}$$

och som nuvärden beräknade:

$$\text{Onk}_s(75) = a \cdot 3650 \cdot \text{Onk}'_s(75) \text{ (mk/km)}$$

$$\text{Onk}_s(85) = b \cdot 1771 \cdot \text{Onk}'_s(85) \text{ (mk/km)} \quad (4.16)$$

$$\text{Onk}_s(95) = c \cdot 859 \cdot \text{Onk}'_s(95) \text{ (mk/km)}$$



Olyckskostnadsbesparingarna för perioden 1971-1995 är som nuvärden:

$$\text{Onk}_s(75-95) = a \cdot 12756 \cdot \text{Onk}_s'(75) + b \cdot 18488 \cdot \text{Onk}_s'(85) + c \cdot 5967 \cdot \text{Onk}_s'(95) \text{ (mk/km)} \quad (4.17)$$

var beteckningarna är som i formeln (4.10)

Faktorerna x_1 , x_2 och x_3 i formeln (4.11) är beräknade på basis av Finska väg- och vattenbyggnadsstyrelsens olycksstatistik för åren 1970-72.

I tabell 4/9 har, för överskådlighetens skull, visats dessa faktorerers variationer med olika faktorer.

Tabell 4/9 Olyckskostnadsfaktorerna i formeln (4.11), åren 1970-72

	Motor- vägar	Riks- och stamvägar <1000 1000-2000 ford./dygn	>2000	Övriga allm. vägar	Total		
	x_1	1.00	1.07	1.09	1.12	1.06	1.08
Dags- ljus	x_2	0.60	1.06	0.90	1.15	0.60	0.85
	x_3	0.83	1.65	1.59	1.56	1.41	1.47
	x_1	1.00	1.32	1.07	1.34	1.20	1.23
Skym- ning	x_2	2.20	0.74	0.89	1.18	0.78	0.93
	x_3	1.36	1.52	1.68	1.62	1.44	1.51
	x_1	1.00	1.06	1.11	1.09	1.09	1.09
Mörker obel.	x_2	0.30	0.94	1.08	0.86	0.66	0.80
	x_3	1.02	1.66	1.77	1.61	1.56	1.60
	x_1	1.00	1.00	1.10	1.15	1.08	1.10
Mörker bel.	x_2	0.25	0.88	1.40	0.85	0.56	0.73
	x_3	1.39	1.29	1.42	1.49	1.24	1.33
	x_1	1.00	1.10	1.09	1.13	1.08	1.10
Alla ljus- förh.	x_2	0.72	0.98	0.96	1.04	0.63	0.84
	x_3	1.03	1.62	1.64	1.54	1.42	1.49

Av välmotiverade orsaker (skillnaderna i olycksstatistiken p.g.a lokala förhållanden) kan även andra e-faktorer, än de i tabell 4.4 förevisade genomsnittsvärdena för hela landet (åren 1967-71), användas, om faktorernas variationsgränser beaktas.

De större kostnadsbesparingarna med beräkningsmetoden b torde bero på, att reduktionsprocenten för dödsolyckor är förhållandevis stor, och en liten skillnad jämfört med beräkningsmetoden a:s genomsnittliga tal inverkar högst avsevärt på slutresultatet.

4.4

Ökade trafik kostnader under byggnadstiden

Om vägbelysning anläggs i samband med en ny vägs byggande, behöver inte några körkostnader under byggnadstiden tas i beaktande. Körkostnadstillägg beaktas endast i det fall, att vägbelysning anläggs på en redan befintlig gata eller väg.

När körkostnader beräknas, kan antas ett endast tidskostnaderna har någon mer betydande inverkan p.g.a byggnadsplatsens regionala hastighetsbegränsning. Fordons- och olyckskostnadstilläggs uppmärksammande beror i hög grad på platsen och dess trafikregleringar under byggnadstiden, och är för den skull mycket svåra att förevisa i en allmän form. Undersökningar, som åberopar olyckor under vägars byggnadskede, har ofta anslutning till stora byggplatser och trafikregleringar, vars karaktär skiljer sig från sådana, som motsvarar regleringar vid anläggandet av vägbelysning.

De ökande körkostnaderna kan beräknas enligt följande:

$$A_t = \frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} \quad (h/\text{ford.km})$$

$$A_t = \text{tidstillägg} \quad (h/\text{ford.km})$$

$$v_1 = \text{hastighet under trafikregleringen} \quad (\text{km/h})$$

$$v_2 = \text{hastighet före anläggandet av vägbelysning} \quad (\text{km/h})$$

och fortsättningsvis

$$AKL' = 0,01 \times (Aik_{ha} \times s + Aik_r \times t) \times A_t \quad (\text{mk/ford.km})$$

$$AKL' = \text{trafikkostnadstillägg} \quad (\text{mk/ford.km})$$

$$A_t = \text{tidstillägg}$$

$$Aik_{ha} = \text{tidsvärdet för person- och paketbilstrafiken} \quad (\text{mk/h})$$

$$s = \text{andelen person- och paketbilstrafik av ÅMD} \quad (\%)$$

$$Aik_r = \text{tidsvärdet för tung trafik} \quad (\text{mk/h})$$

$$t = \text{andelen tung trafik av ÅMD} \quad (\%)$$

4.5 Trafikkostnadsinbesparingar

Beräkningen av trafikkostnadsinbesparingar kan åskådligt belysas med följande exempel:

Exempel

Utgångsdata:

- Landsväg IIN - 8/7 i Åbo län
- undersökningsperiod 1975-1995
- trafikmängder:
 - ÅMD 75 4 000 fordon/dygn (a)
 - 85 6 080 " (b)
 - 95 7 640 " (c)
- (representerar det ifrågavarande trafikområdets genomsnittliga ökning av antalet personbilar)
- mörkertrafikens andel (p) av ÅMD 35 % (hastighet ca. 75 km/h)
- hastighetsförändringen under mörker efter anläggandet av vägbelysning + 8 km/h ($v_2 - v_1$)
- person- och paketbilstrafikens andel av ÅMD 85 % (s)
- den tunga trafikens andel av ÅMD 15 % (t)
- olycksfrekvens 1,2 olyckor/10⁶ km (g)
- mörkerolyckonas antagna reduktionsprocent 30 % (d)
- faktor $e_1 = 5,26 \%$
- faktor $e_2 = 40,38 \%$
- faktor $e_3 = 54,36 \%$
- faktor $f_1 = 40 \%$
- faktor $f_2 = 35 \%$
- faktor $f_3 = 25 \%$
- hastighetsbegränsning under byggnadstiden 50 km/h;
 $\Delta v = 25$ km/h
- byggnadstid 4 mån.
- anläggningen färdigställd år 1975

Se punkt 4.3 b

a. Fordonskostnadsbesparingar (Ank_s)

Ur tabell 4/2 erhålls: $Pak_s(75) = 0,126$ penni/ford.km
 $Pak_s(85) = 0,154$ "
 $Pak_s(95) = 0,188$ "

Besparingarna under perioden 1975-95 visas i diagram 4/5.

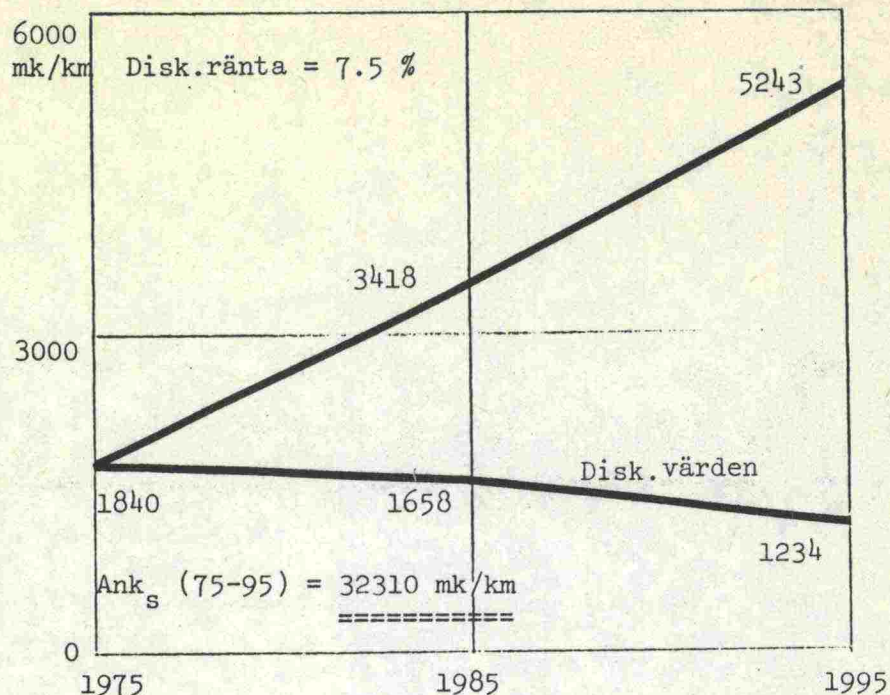


Diagram 4/5 Fordonskostnadsbesparingarna åren 1975-95 (mk/km)

b.
Tidskostnadsbesparingarna (Aik_s)

Ur diagram 4/2 erhålls: $Aik'_s (75) = 0.30 \text{ penni/ford.km}$
 " (85) = 0.37 "
 " (95) = 0.45 "

Besparingarna under perioden 1975-95 visas i diagram 4/6

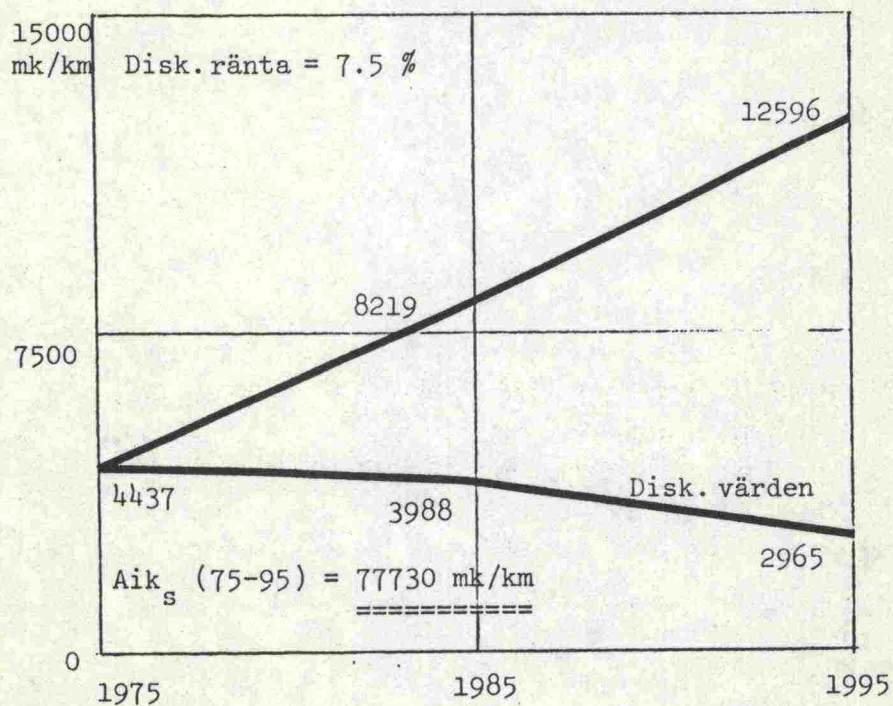


Diagram 4/6 Tidskostnadsbesparingarna åren 1975-95 (mk/km)

c.
Olyckskostnadsbesparingarna (Onk_s)

Metod a: Ur diagram 4/3 erhålls: Onk'_s (75) = 0.61 penni/ford.km
 " (85) = 0.90 "
 " (95) = 1.34 "

Besparingarna under perioden 1975-95 visas i diagram 4/7.

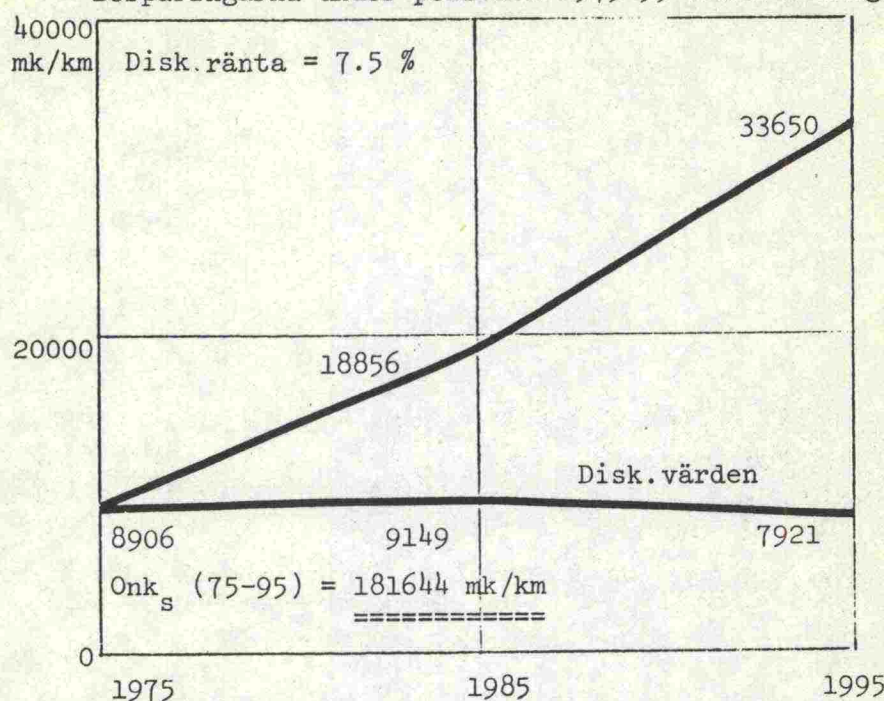


Diagram 4/7 Olyckskostnadsbesparingarna åren 1975-95 (mk/km)

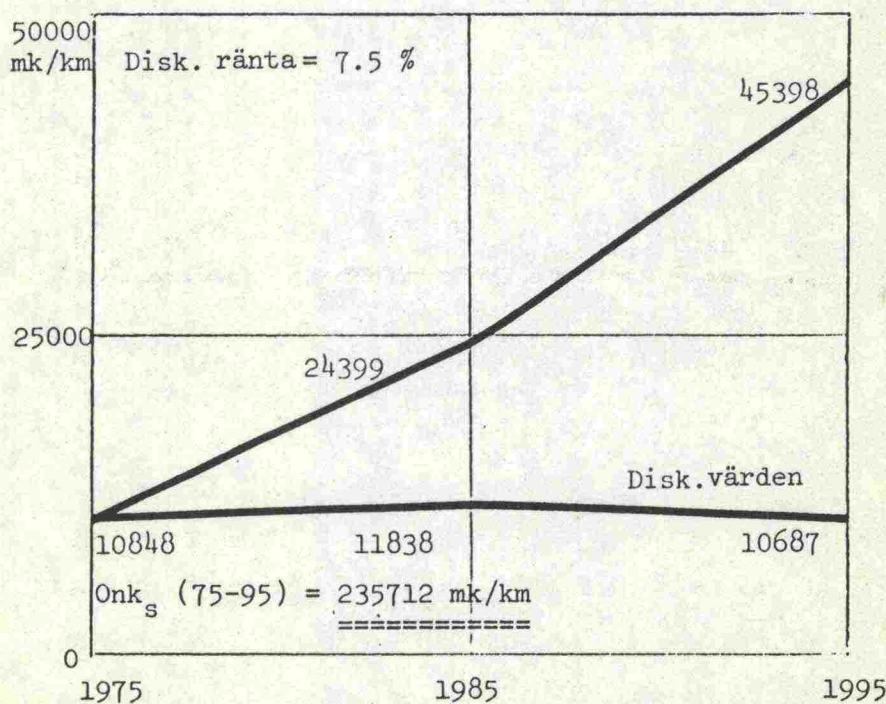


Diagram 4/8 Olyckskostnadsbesparingar åren 1975-95 (mk/km)

Metod b: Ur diagram 4/4 erhålls: $Onk'_s(75) = 0.74$ penni/ford.km
 " (85) = 1.10 "
 " (95) = 1.63 "

Besparingarna under perioden 1975-95 visas i diagram 4/8.

d.

Ökade trafikkostnader under byggnadstiden (AKL)

De ökade trafikkostnaderna fås enligt den i punkt 4.4 för-
visade formeln:

$$AKL = 120 (\text{byggn.tid}) \times 4\,000 (\text{trafik}) \times (5,63 \times 85 + 13,14 \times 15) \times 0,01 \times \left(\frac{1}{50} - \frac{1}{75}\right) = \underline{\underline{21\,621 \text{ mk/km}}}$$

e.

Trafikkostnadsbesparingarna (AK_s)

Trafikkostnadsbesparingarna, som det tionde årets kostnader (1985) är:

$Ank_s(85) =$	3 418 mk/km
$Aik_s(95) =$	8 219 mk/km
$Onk_s(85) =$	24 399 mk/km
$- AKL = 0.098 \times 21621 =$	<u>-2 119 mk/km</u>
$AK_s(85) = \text{trafikkost.besp.} =$	<u>33 917 mk/km</u>

(faktorn 0,098 = amorteringsfaktor)

Trafikkostnadsbesparingarna för perioden 1975-95, med 7,5 % ränta diskonterat till år 1975 är:

$Ank_s(75-95) =$	32 310 mk/km
$Aik_s(75-95) =$	77 730 mk/km
$Onk_s(75-95) =$	235 712 mk/km
$- AKL(75) =$	<u>-21 621 mk/km</u>
$AK_s(75-95) =$	<u>324 131 mk/km</u>

5 VÄGBELYSNINGSKOSTNADER

5.0 Allmänt

Kostnaderna som uppstår vid anläggandet av vägbelysning kan indelas i följande kostnadsgrupper (se även fig. 4/1):

1. Byggnadskostnader
 - projekteringskostnader
 - anläggningskostnader
 - räntekostnader under byggnadstiden
 - inlösningskostnader
2. Drifts- och underhållskostnader.

Inlösningskostnaderna för markområden kan i detta sammanhang åsidosättas, eftersom anläggandet av vägbelysning vanligtvis inte föranleder några. I vissa fall kan stolpstag hamna utanför vägområdet, men den inlösningskostnad, som föranleds av detta, är vanligtvis så liten att den inte behöver beaktas.

5.1 Projekteringskostnader

Projekteringskostnaderna är högst varierande beroende på belysningsobjekten. Vid ett litet projekt kan projekteringskostnadernas andel av vägbelysningens anläggningskostnader vara 7 % och vid ett stort 2-3 %. I tabell 5/1 redovisas av vägbelysningens anläggningskostnader beräknade projekteringskostnader vid olika anläggningstyper.

5.2 Anläggningskostnader

Anläggningskostnaderna varierar även högst avsevärt beroende på objektets storlek. Anläggningskostnaderna kan indelas i tre huvudgrupper:

- kostnader för eldistributionsanläggningar (kablar, centraler och anslutningsavgifter)
- kostnader för stolpar (fundament, stolpar, armaturarmar)
- armaturkostnader (armaturer, lampor).

Gruppernas andelar av belysningens anläggningskostnader är grovt sett följande:

	Stålstolpar (markkabel)	Trästolpar (luftkabel)
eldistributionsanläggningarna	35-40 %	15-25 %
stolparna	40-40 %	15-45 %
armaturerna	25-10 %	50-30 %

I speciella fall (vid t.ex. mast- och räckesinstallationer samt vid längs- och tvärgående vaijerinstallationer o.s.v.) kan kostnadsgruppernas andelar avvika från ovan redovisade gränsvärden.

De mest konventionella vägbelysningstypernas genomsnittliga anläggningskostnader (mk/km) redovisas i tabell 5/1. Genomsnittliga kostnader kan endast användas i samband med preliminära lönsamhetsberäkningar. Vid slutlig jämförelse av belysningstyper, bör om möjligt, noggrannare kostnadsberäkningar användas, som bygger på de enskilda objekten.

Eftersom kapital, som investeras i anläggandet av vägbelysning, inte innebär några besparingar under byggnadstiden, beräknas räntekostnaderna under byggnadstiden på det placerade kapitalet, och dessa adderas till byggnadskostnaderna. Som räntefot används i allmänhet 6 %. Anläggandet av vägbelysning pågår sällan längre än ett år, och sålunda blir räntekostnaderna ca. 3 % av byggnadskostnaderna.

5.3

Drifts- och underhållskostnader

Drifts- och underhållskostnaderna kan indelas i följande kostnadsgrupper:

- driftskostnader
 - tändning och släckning
 - energi
 - funktionsövervakning
 - utbyte av lampor
- underhållskostnader
 - förnyandet av stolpars ytbehandling
 - upprätning och riktning av stolpar
 - reparation av stolpar
 - reparation av armaturer
 - felsökning och reparation av kablar
 - rengörning av armaturer.

Drifts- och underhållskostnaderna varierar något i olika delar av landet. Detta beror på att nivån av, och metoderna vid, drift och underhåll varierar områdesvis. I tabell 5/1 redovisas ett förslag av drifts- och underhållskostnader för preliminära beräkningar. Underhållskostnadernas årliga ökning har antagits vara 4 %/år och elpriset 0.1 mk/kWh. Vid detaljerade jämförelser bör noggrannare kostnadsberäkningar, som motsvarar ifrågasvarande drifts- och underhållssätt, användas.

I tabell 5/2 redovisas olika armaturers elkostnader mk/st/år.

Tabell 5/1 Kostnader för förverkligande, drift och underhåll av vägbelysning (mk/km)

	Proj.. (mk/km)	Anl. kostn. (mk/km)	Drifts- och underhållskostnader (mk/km/år)					
			1975	1980	1985	1990	1995	Disk. (75-95)
Enkelsidig placering trästolpar 10 m luftkabel - 250 W Hg ; H=10 m; S=34 m; $L_m=0,7 \text{ cd/m}^2$ - 400 W Hg ; H=10 m; S=34 m; $L_m=1,2 \text{ cd/m}^2$	800-2000	40000 40000	5000 7500	6100 9100	7400 11100	9000 13500	11000 16400	72900 109300
Dubbelsidig placering trästolpar 10 m luftkabel - 400 W Hg ; H=10 m; S=34 m; $L_m=1,4 \text{ cd/m}^2$	1600-4000	70000	15000	18300	22200	27000	32900	218700
Enkelsidig placering Stålstolpar 10-12 m jordkabel - 400 W Hg ; H=10 m; S=34 m; $L_m=1,2 \text{ cd/m}^2$ - 250 W H-Na; H=10 m; S=34 m; $L_m=1,3 \text{ cd/m}^2$ - 400 W H-Na; H=12 m; S=44 m; $L_m=1,8 \text{ cd/m}^2$	2200-5500	110000 120000 120000	10000 8500 8500	12200 10400 10400	14800 12600 12600	18000 15300 15300	21900 18600 18600	145800 123900 123900
Dubbelsidig placering, 4-filig väg stålstolpar 10-12 m jordkabel - 400 W Hg ; H=10 m; S=34 m; $L_m=1,4 \text{ cd/m}^2$ - 250 W H-Na; H=10 m; S=34 m; $L_m=1,5 \text{ cd/m}^2$ - 400 W H-Na; H=12 m; S=44 m; $L_m=2,0 \text{ cd/m}^2$	4400-11000	220000 240000 240000	20000 17000 17000	24400 20700 20700	29600 25200 25200	36000 30600 30600	43800 37300 37300	291600 247800 247800
Dubbelsidig placering i mittremsa stålstolpar 12 m jordkabel - 400 W Hg ; H=12 m; S=36 m; $L_m=1,1 \text{ cd/m}^2$ - 400 W H-Na; H=12 m; S=44 m; $L_m=2,0 \text{ cd/m}^2$	3000-7500	170000 170000	17000 15500	20700 18900	25200 22900	30600 27900	37300 34000	247800 225800
Bel. vid gång- och cykelväg; 125 W Hg trästolpar, luftkabel H=6 m; S=25 m stålstolpar, jordkabel H=6 m; S=25 m	500-1200 600-1500	25000 30000	3000 4000	3600 4900	4500 5900	5400 7200	6600 8800	44100 58800

H= armaturhöjd; S = stolpavstånd; L_m = medelluminans

Nya högtrycksnatriumlampor, som direkt kan utbytas till kvicksilverlampor, är inte medtagna i tabellen (t.ex. 330 W H-Na → 400 W Hg); dylika fall bör undersökas skilt för sig.

Prisnivån är enligt år 1974 byggnadskostnadsindex 234.

$$K_{kk}(80) = 1.217 \cdot K_{kk}(75); K_{kk}(90) = 1.801 \cdot K_{kk}(75)$$

$$K_{kk}(85) = 1.480 \cdot K_{kk}(75); K_{kk}(95) = 2.191 \cdot K_{kk}(75)$$

$$K_{kk}(75-95) = 3.496 \cdot K_{kk}(75) + 5.065 \cdot K_{kk}(85) + 1.635 \cdot K_{kk}(95)$$

Tabell 5/2 Lampors energikostnader mk/st/år

Lampor (nom.effekt, typ)	Anslutn. effekt (W)	Ljus- flöde (lm)	Kostnader (mk/st/år) (mk/st/år/1000 l)	
50 W Hgl	59	2 000	23.60	11.80
80 W Hgl	90	3 800	36.00	9.47
125 W Hgl	137	6 300	54.80	8.70
250 W Hgl	267	13 500	106.80	7.91
400 W Hgl	425	23 000	170.00	7.39
700 W Hgl	730	42 500	292.00	6.87
1000 W Hgl	1047	60 000	418.80	6.98
2000 W Hgl	2067	120 000	826.80	6.89
35 W Pp-Na	51	4 700	20.40	4.34
55 W Pp-Na	82	7 700	32.80	3.78
90 W Pp-Na	120	12 700	48.00	3.78
135 W Pp-Na	160	21 500	64.00	2.98
180 W Pp-Na	210	32 000	84.00	2.63
125 W Sp-Na	140	9 400	56.00	5.96
210 W Sp-Na	217	17 000	86.80	5.11
250 W Sp-Na	280	25 500	112.00	4.39
330 W Sp-Na	358	30 000	143.20	4.77
400 W Sp-Na	430	48 000	172.00	3.58

(Elpris 0.1 mk/kWh, drifttid 4000 h/år, anslutningseffekt = lampans nominella effekt + anslutningsapparaturens effektförluster).

Det finns anledning att justera kostnadsuppgifterna i tabell 5/2 till varje aktuellt elpris, genom att multiplicera värdena med förhållandet mellan det verkliga elpriset och det, som använts i tabell 5/2. Drifts- och underhållskostnaderna i tabell 5/1 kan justeras genom att hälften av tabellvärdets kostnader multipliceras med ovan nämnda elprsförhållande.

5.4

Vägbelysningskostnader

Kostnaderna för vägbelysning måste, för trafikekonomiska kalkyler, ändras till årskostnader eller kapitalkostnader, beroende på beräkningsförfarandet.

Årskostnaden K_v beräknas på följande sätt:

$$K_v = \alpha_t (K_s + K_r + K_{rk} - \beta_t \cdot J) + K_{kk}, \text{ där} \quad (5.1)$$

K_v = vägbelysningens årskostnader (mk/km.år)

α_t = annuitetsfaktor

K_t = projekteringskostnader (mk/km)

K_s = anläggningskostnader (mk/km)

K_r = räntekostnader under byggnadstiden (mk/km)

β_t = diskonteringsfaktor

J = restvärde ($J = 0.3 \cdot K_r$) (mk/km)

K_{kk} = drifts- och underhållskostnader (mk/km.år)

t	(7.5 % α ränta)	(7.5 % β ränta)	
5	0.247	0.697	
10	0.146	0.485	
15	0.113	0.338	
20	0.098	0.235	den vanligast använda beräkningsperioden
25	0.090	0.164	
30	0.085	0.114	

Kapitalkostnaderna är med ovan använda beteckningar:

$$K_o = K_s + K_r + K_{rk} + (\text{tidsperiodens diskonterade drifts- och underhållskostnader}) - \beta_t \cdot J \quad (5.2)$$

De trafikekonomiska beräkningsmetoderna redovisas i kapitel 6.

Beräkningsexempel

- landsväg II N - 8/7
 - enkelsidig trästolpsinstallation 250 W Hg
 - byggnadstid 4 mån.
- (Samma vägexempel som i pkt. 4.5).

$$K_s = 2\,000 \text{ mk/km}$$

$$K_r = 40\,000 \text{ mk/km}$$

$$K_{rk} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 40\,000}{100 \cdot 12} = 400 \text{ mk/km}$$

$$\begin{aligned} K_{kk} (1975) &= 5\,000 & K_{kk} (\text{nuvärde}) &= 3.4958 \cdot 5000 + 5.0651 \cdot 7400 + \\ (1985) &= 7\,400 & (1975-1995) & 1.6348 \cdot 11000 = 72\,939 \text{ mk/km} \\ (1995) &= 11\,000 & & \text{se även tabell 5/1} \end{aligned}$$

$$J = 12\,000 \text{ mk/km}$$

$$\text{Årskostnad } K_v (85) = 0.098(2\,000 + 40\,000 + 400 - 0.235 \cdot 12\,000) + 7\,400 = \underline{11\,279 \text{ mk/km.år}}$$

$$\text{Anläggningens nuvärde (kapitalvärde)} \quad K_o = 2\,000 + 40\,000 + 400 + 72\,939 - 0.235 \cdot 12\,000 = \underline{112\,519 \text{ mk/km}}$$

6

BEDÖMNING AV BEHOVET

6.0

Allmänt

I kapitlen 2-5 har vägbelysningens olika effekter behandlats. Beslutsfattaren måste, på basis av dessa synpunkter, bilda sig en uppfattning om belysningsanläggningens behov och lönsamhet. Härvid måste de följdverkningar vägbelysningen föranleder uppskattas, samt normeras och tyngdsättas. Nedan redovisas en metod för bedömning av vägbelysningens behov, på basis av tre huvudfaktorer; ekonomi, säkerhet och övriga faktorer:

6.1

Trafikekonomisk faktor

I kapitlen 4 och 5 redovisas beräkningsprinciperna för körkostnadsbesparingar och vägbelysningskostnader och, där omnämns två lönsamhetsberäkningsmetoder; årskostnads- och nuvärdesmetoden. Den först nämnda är något snabbare och enklare att utföra, men den senare ger en bättre bild av anläggningens totalkostnader, och en möjlighet att placera olika projekt i trafikekonomisk prioritetsordning.

6.11

Beräkningsmetoder

Vid tillämpandet av årskostnadsmetoden, transformeras byggnadskostnaderna till årskostnader med hjälp av en annuitetsfaktor, och till årskostnaderna adderas något bestämt års (vanligen i mitten av beräkningsperioden) drifts- och underhållskostnader (K_v , se pkt 5.5). Denna summa jämförs med körkostnadsbesparingarna under samma år. Ifall körkostnadsbesparingarna är större än investeringarnas årskostnader, är objektet lönsamt med den använda räntefoten (vanligen 7.5 %).

Beräkningarna kan belysas på följande sätt:

$$K_v = \alpha_t (K_s + K_r + K_{rk} - \beta_t \cdot J) + K_{kk}^{(t/2)} \leq AK_s^{(t/2)} = \\ Ank_s^{(t/2)} + Aik_s^{(t/2)} + Onk_s^{(t/2)} - \alpha_t \cdot AKL, \text{ där}$$

- K_v = vägbelysningsanläggningens årskostnader (mk/km.år)
 α_t = annuitetsfaktorn under beräkningsperioden t
 K_s = projekteringskostnaderna (mk/km)
 K_r = byggnadskostnaderna (mk/km)
 K_{rk} = räntekostnaderna under byggnadsskedet (mk/km)
 β_t = diskonteringsfaktorn under observationsperioden t
 J = objektets restvärde (vanligen $J = 0.3 K_r$) (mk/km)
 $K_{kk}^{(t/2)}$ = drifts- och underhållskostnaderna vid mitten av beräkningsperioden t (mk/km.år)
 $AK_s^{(t/2)}$ = körkostnadsbesparingarna vid mitten av beräkningsperioden t (mk/km.år)

$$\begin{aligned}
 \text{Ank}_s^{(t/2)} &= \text{fordonskostnadsbesparingarna (mk/km.år)} \\
 \text{Aik}_s^{(t/2)} &= \text{tidskostnadsbesparingarna (mk/km.år)} \\
 \text{Onk}_s^{(t/2)} &= \text{olyckskostnadsbesparingarna (mk/km.år)} \\
 \text{AKL} &= \text{de ökade körkostnaderna under byggnadsskedet (mk/km)}
 \end{aligned}$$

I kapitlen 4 och 5:s beräkningsexempel är:

$$\begin{aligned}
 K_v &= 11\,279 \text{ mk/km.år (år 1985)} \\
 \text{AK}_s^{85} &= 33\,917 \text{ mk/km.år} \\
 \hline
 \text{AK}_s^{85} - K_v &= \underline{+22\,638 \text{ mk/km.år}}
 \end{aligned}$$

I beräkningsexemplet är alltså anläggningen mycket lönsamt med en ränta av 7.5 %. Cost-benefitförhållandet är:

$$\frac{\text{AK}_s^{85}}{K_v} = \underline{3.01}$$

Det finns anledning, att undersöka körkostnadsbesparingarnas och cost-benefitförhållandets variationskänslighet genom att variera värdena på de faktorer, som inverkar på kostnaderna, och speciellt vid uppskattningen av olyckskostnadsbesparingarna (se pkt 6.12).

Vid nu värdesmetoden diskonteras körkostnadsbesparingarna, drifts- och underhållskostnaderna samt restvärdet till en bestämd tidpunkt, som vanligtvis är projektets färdigställelseår. Ifall summan av körkostnadsbesparingarnas och restvärdets nuvärde är större än summan av vägstnaderna, är projektet lönsamt, beräknat med en ränta av 7.5 %.

I ekvationsform är metoden följande:

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{AKS}}^{(1-n)} &= \sum_{t=1}^n \beta_t (\text{Ank}_s^{(t)} + \text{Aik}_s^{(t)} + \text{Onk}_s^{(t)}) - \text{AKL} \geq K_o = \\
 &K_s + K_r + K_{rk} + \sum_{t=1}^n \beta_t \cdot K_{kk}^{(t)} - \beta_n \cdot J, \text{ där}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{AKS}}^{(1-n)} &= \text{de diskonterade körkostnadsbesparingarna under perioden 1-n (vanligen 20 år) (mk/km)} \\
 K_o &= \text{vägstnadernas nuvärde (kapitalvärde) (mk/km)}
 \end{aligned}$$

övriga beteckningar såsom i formeln 6.1.

I allmänhet väljs $t = 0.10$ och 20 år eller 0, 5, 10, 15, 20 år. I kapitel 5 redovisas både annuitets- och diskonteringsfaktorns värden mellan 0 - 20 år med fem års intervall. Projektets förmånlighet granskas med hjälp av objektets nuvärde ($Y_{AKS} - K_0$) och cost-benefitförhållandet $(\frac{Y_{AKS}}{K_0})$.

I beräkningsexemplet i kapitlen 4 och 5 är

$$\begin{aligned} K_0 &= 112\,519 \text{ mk/km} \\ Y_{AKS} &= (1975-95) = 324\,131 \text{ mk/km} \end{aligned}$$

$$Y_{AKS} - K_0 = +211\,612 \text{ mk/km}$$

$$\text{Cost-benefitförhållandet } \frac{Y_{AKS}}{K_0} = 2.88$$

Vid vägbelysningsprojekts lönsamhetsberäkningar rekommenderas att nuvärdesmetoden används, vid vilken projektets nuvärde eller alltså kapitalvärdet ($Y_{AKS} - K_0$) visar totalbesparingarna förverkligandet av projektet föranleder, och cost-benefitförhållandet den relativa vinst projektets investering ger (vinsten av en investerad mark).

6.12

Trafikekonomiska beräkningar och värdering av resultat

Ekonomiska beräkningar kan utföras analytiskt med hjälp av i kapitel 4 redovisade diagram och formlerna 6.1 och 6.2 enligt t.ex. bilaga 6/1. Den analytiska beräkningsmetoden förutsätter dock, att relativt noggranna utgångsuppgifter anskaffas, vilket inte alltid ens är möjligt. Med anledning av detta har för preliminära beräkningar grafiskt nödvändiga genomsnittliga kostnadsbesparingsuppgifter redovisats i figurerna 6/1, 6/2 och 6/3. Diagrammen är baserade på genomsnittliga utgångsuppgifter, där ökningen av trafikmängden 1975-1995 följer den för personbilsbeståndet prognosticerade utvecklingen, såsom redovisats i av VoV:s år 1970 upprättad prognos /18/. I diagram 6/4 har dessutom en sammanställning av diagrammen 6/1 - 6/3 redovisats, alltså de diskonterade körkostnadsbesparingarna under perioden 1975 - 1995, samt olika vägbelysningstypers vägstnader.

Med hjälp av diagram 6/4 är det möjligt att bedöma vid vilka trafikmängder år 1975 något vägbelysningsprojekt är trafikekonomiskt lönsamt.

I diagram 6/4 har inga projekteringskostnader eller räntekostnader under byggnadsskedet beaktats. Kostnaderna har beräknats enligt index 234 från andra byggnadsperioden år 1974.

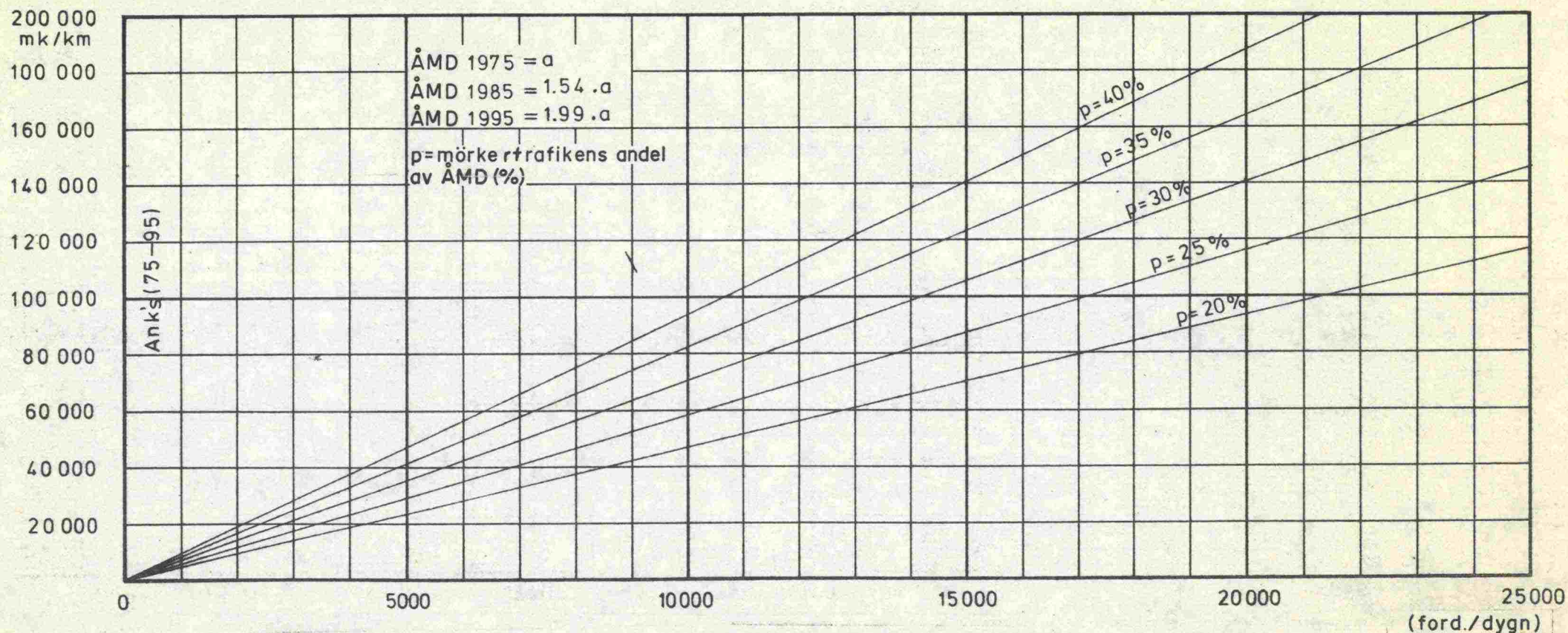


Diagram 6/1:

Diskonterade fordonskostnadsbesparingarna för perioden 1975-1995 (7,5 % diskonteringsränta) som funktion av år 1975 trafikmängd och mörkertrafikens andel av AMD.

(ford./dygn)
 ÅMD 1975

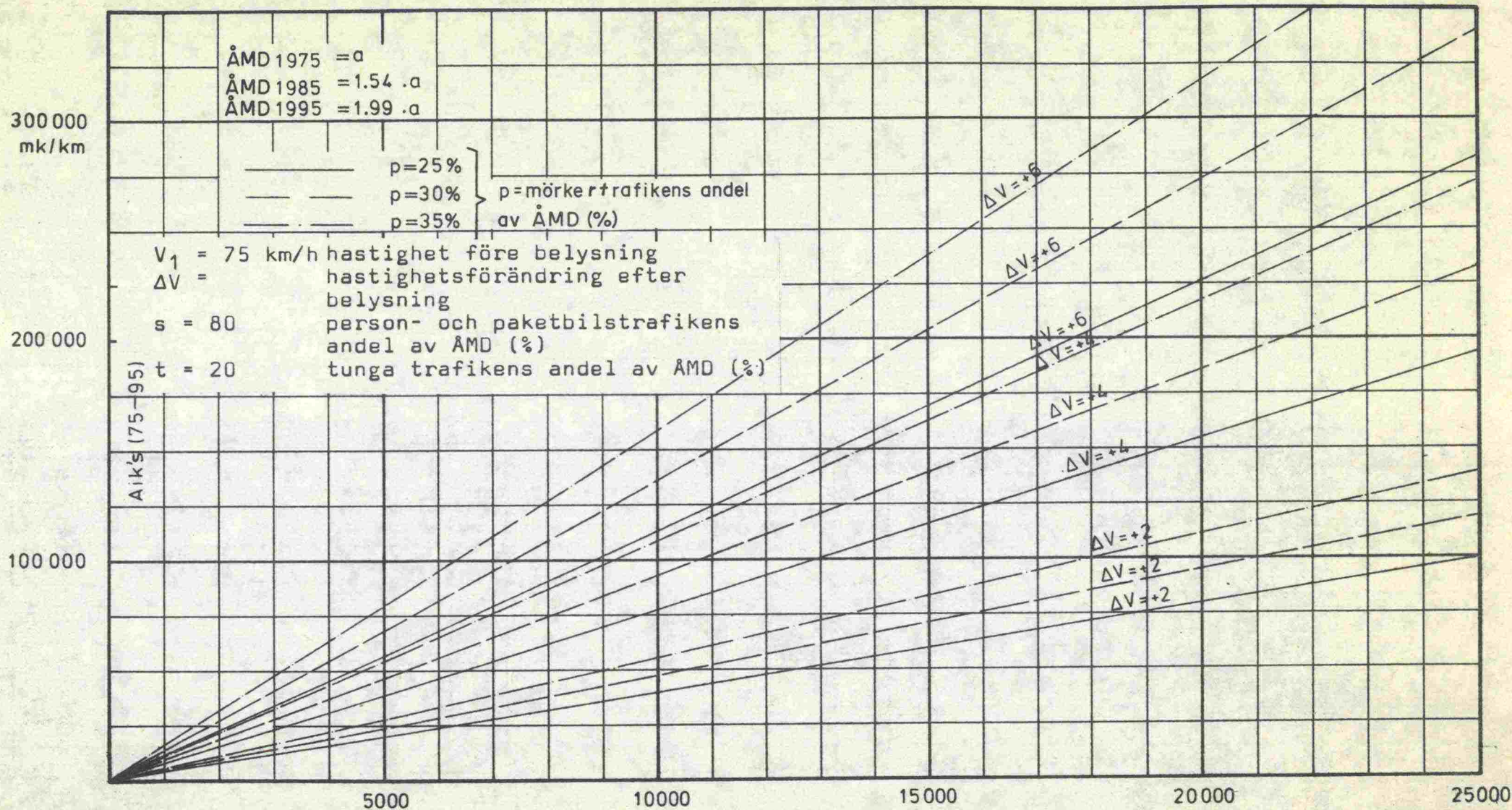


Diagram 6/2:

Diskonterade tidskostnadsbesparingarna för perioden 1975-1995 (7,5 % diskonteringsränta) som funktion av år 1975 trafikmängd, mörkertrafikens andel av ÅMD och hastighetsförändring.

(ford./dygn)

ÅMD 1975

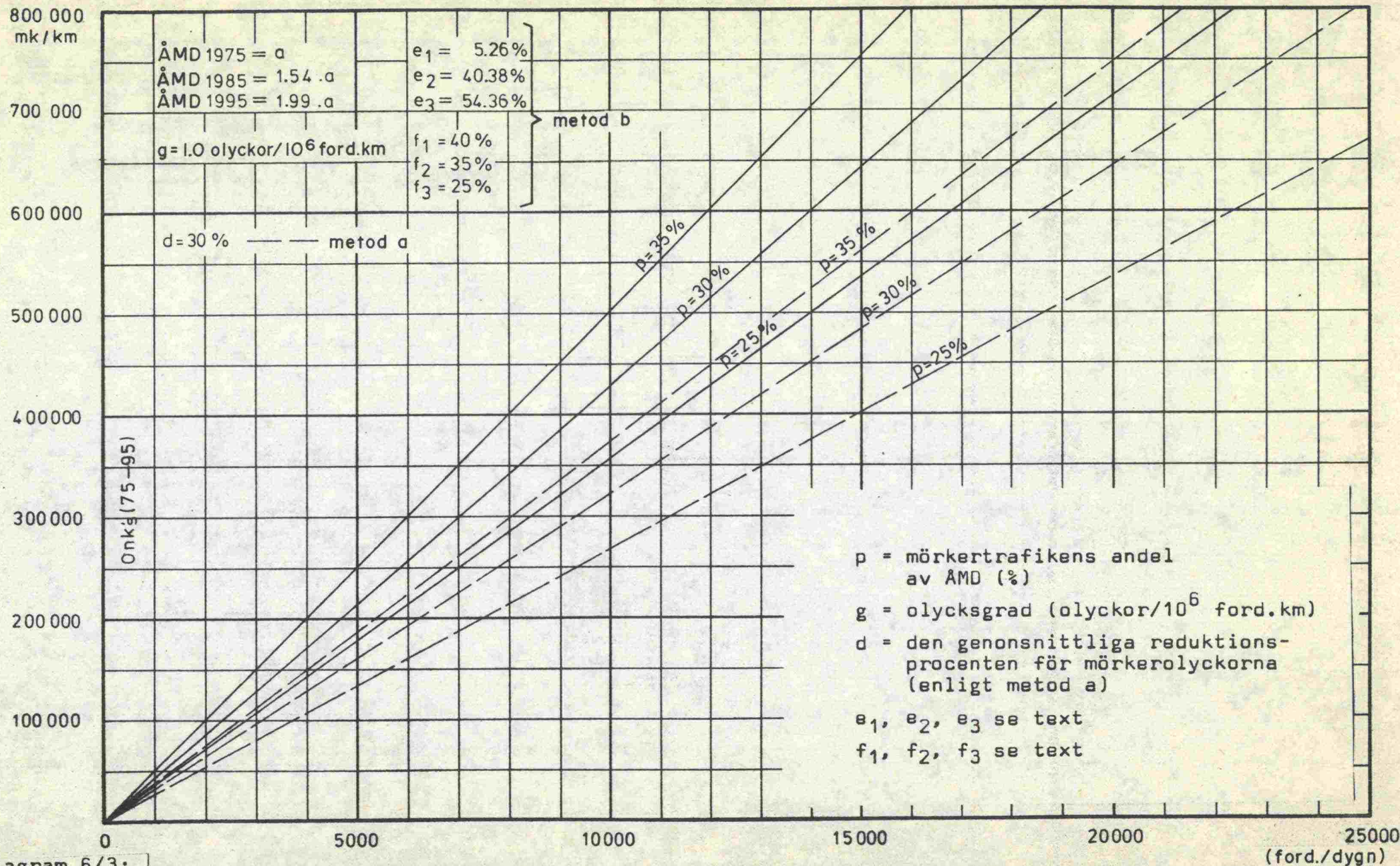
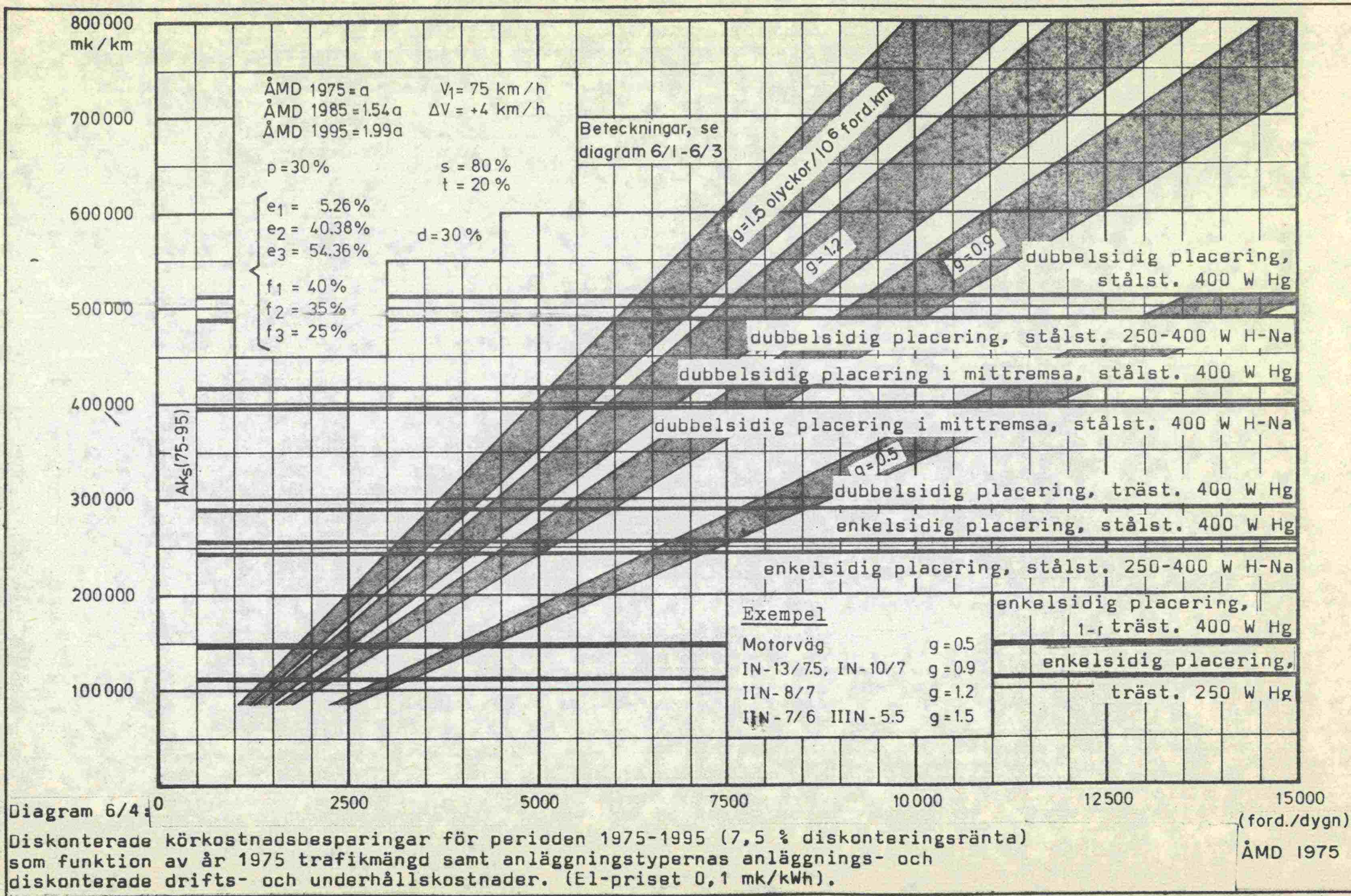


Diagram 6/3:

Diskonterade olyckskostnadsbesparingar för perioden 1975-1995 (7,5 % diskonteringsränta) som funktion av år 1975 trafikmängd.

(ford./dygn)

ÅMD 1975



Det finns orsak att analysera resultat av trafikekonomiska beräkningar, genom att variera utgångsvärdena med både högre och lägre värden än de valda, samt att inbördes jämföra på detta sätt erhållna lönsamhetsvärden. Grovt sett kan man säga, att fordonskostnadsbesparingarna är ca. 10 %, tidskostnadsbesparingarna ca. 20 - 25 % och olyckskostnadsbesparingarna 70 - 75 % av körkostnadsbesparingarna, varför de senast nämnda alltså utgör huvudparten av kostnadsbesparingarna. Vid analysering av resultat, är det alltså skäl att fasta uppmärksamhet speciellt vid tids- och olyckskostnadsfaktorerna, och undersöka utgångsuppgifternas eventuella inexakthets inverkan på slutresultatet. Grovt sett kan sägas, att en 20 %:s ändring av tidskostnadsbesparingarna innebär ca. 5 %:s ändring av totalbesparingarna och på motsvarande sätt innebär en ändring av olyckskostnadsbesparingarna med 20 %, en ändring av totalbesparingarna med ca. 15 %. I preliminära beräkningar med hjälp av diagrammen 6/1 - 6/4 erhålls i allmänhet en tillräcklig uppgift om lönsamhetens variationskänslighet, genom att variera olyckskostnadsbesparingarna med ± 20 %. Vid den analytiska metoden är det skäl att variera alla på besparingarna inverkanse faktorerna, vars noggrannhet kan vara osäker.

Ifall användbar olycksstatistik inte finns tillgänglig för utförandet av lönsamhetsberäkningar, kan tillräckliga uppgifter om den aktuella vägen fås, genom att jämföra denna med likvärdiga vägar, för vilka statistikuppgifter finns tillgängliga. Om inte heller detta är möjligt, används landets medelvärden (kapitel 2).

6.2

Trafiksäkerhetsfaktor

Vägbelysningsprojekt indelas beroende på objektet i två grupper: belysning på ny väg och belysning på befintlig väg. Uppskattning av trafiksäkerhetsfaktor för en ny väg, är betydligt svårare än för en äldre, eftersom det vanligtvis som grund för uppskattningen finns både olycks- och trafikmängdsstatistik på en äldre väg. Med anledning av detta, kan den nedan redovisade trafiksäkerhetsgranskningen huvudsakligen endast användas i samband med befintliga vägar. I fall olycksstatistik för en befintlig väg, som motsvarar den nya vägen, finns tillgänglig, kan denna metod även användas för en ny väg.

Metoden är följande:

- det klarläggs i fall den undersökta vägdelens olycksuppgifter avviker från landets genomsnittliga värden (tabellerna i kapitel 2), och så analyseras om en eventuell avvikelse beror på ljusförhållandena
- ljusförhållandenas inverkan kan klarläggas med ett med trafikmängder tyngdsatt förhållandetal (R) mellan olyckorna under mörker och dagsljus.

Metoden kan även användas vid observation av anslutningar.

Med trafikmängder tyngdsatt olycksförhållandetal mellan mörker och dagsljus beräknas på följande sätt:

$$R = \frac{O_y}{Q_y} : \frac{O_p}{Q_p} = \frac{O_y \cdot (1-p) \cdot KVL}{O_p \cdot p \cdot KVL} = \frac{O_y \cdot (1-p)}{O_p \cdot p}$$

olyckors förhållandetal under mörker och dagsljus (6.3), där

- O = antal olyckor under dagsljus
- O^p = antal olyckor under mörker
- Q^y = trafikmängd under dagsljus
- Q^p = trafikmängd under mörker
- p^y = mörkertrafikens andel av ÅMD

I diagram 6/5 redovisas mörkertrafikens och -olycksantalets inverkan på förhållandetalet.

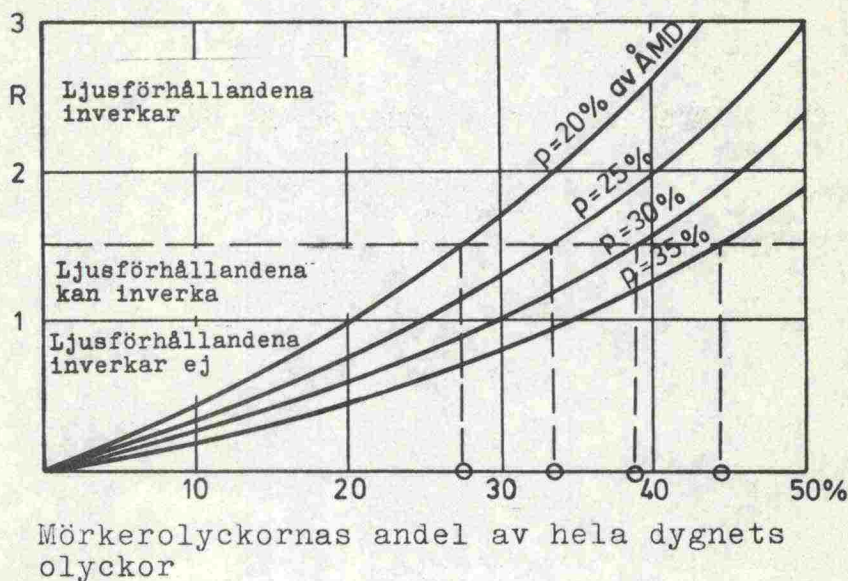


Diagram 6/5 Mörkertrafikens och -olyckornas inverkan på förhållandetalet R.

När $R = 1$, är olyckornas förhållande och trafikmängdernas förhållande lika, och situationen är härvid inte avvikande från det genomsnittliga. Vid ett värde av $R \approx 1.5$ är mörkerolyckornas relativa andel så stor, att ljusförhållandena kan anses inverka på olyckorna, under förutsättning, att övriga förhållanden på det aktuella vägavsnittet, speciellt under mörker, inte är exceptionella.

6.3 Andra faktorer

Vägbelysningens övriga, än trafiksäkerhetsfaktorers inverkan, har behandlats främst i kapitel 3. Beaktandet av dessa faktorer vid motiverandet av vägbelysning är dock rätt svårt. Detta är dock inte nödvändigt i alla situationer, eftersom en del av dessa redan beaktas i samband med trafikekonomiska lönsamhetsberäkningar (t.ex. trafikens hastighet).

Följande synpunkter är endera helt eller delvis extra motiveringar för vägbelysning:

- allmän säkerhet
- körkomfort, -säkerhet och -trivsel
- flygplats eller järnvägs närhet samt järnvägars och vägars plankorsningar
- svår trafikomgivning (stor anslutningstäthet, invecklade anslutningar, störande sidoljus, trafiken delvis inte homogen m.m.)
- estetiska synpunkter.

De ovan nämnda motiveringarna kan endast granskas erfarenhetsmässigt. Deras inverkan på den slutliga lösningen är dock ofta rätt stor, speciellt på lågklassiga vägar.

6.4 Metod för bedömning av behovet av vägbelysning

Vid granskning av vägbelysningsprojekt kan dessa indelas i två grupper:

- vägavsnitt som alltid ska belysas (se pkt. 3.5)
- vägavsnitt, som eventuellt skall belysas.

De senare vägavsnitten granskas nedan med hjälp av tre faktorgrupper: trafikekonomisk lönsamhet, trafiksäkerhet och övriga faktorer. I punkterna 6.1 - 6.2 har metoder för värdering av trafiksäkerhet redovisats och i punkt 6.3 övriga beaktningsbara faktorer.

6.41 Värderingsfaktorernas betygsättning

Tidigare har konstaterats, att projekt är trafikekonomiskt lönsamma med beräknad ränta, ifall förhållandetalet mellan nyttan (besparingarna) och kostnaderna ≥ 1 . Nedan har antagits, att projekt förverkligas senast, då förhållandetalet är 2 och får härvid det största betyget 1.

I diagram 6/6 har cost-benefitförhållandets inverkan på betygvärdena redovisats vid förhållandetal mellan 0-2.

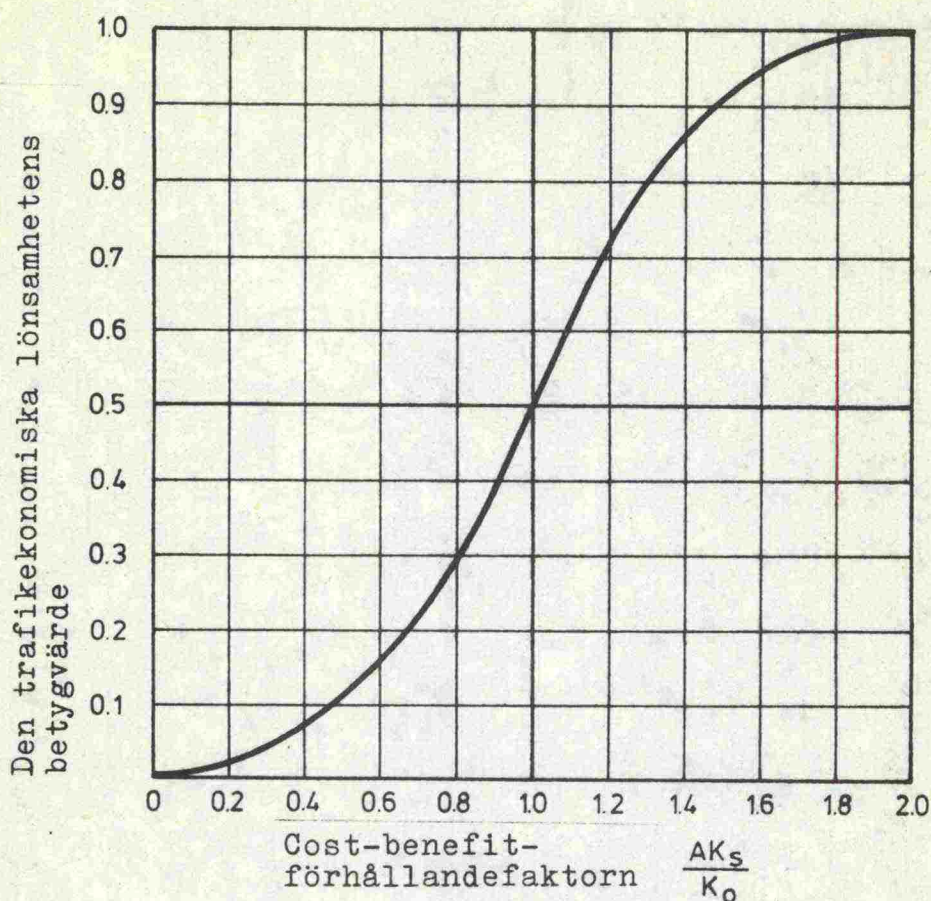


Diagram 6/6 Trafikekonomisk lönsamhets betygvärde som funktion av cost-benefitförhållandet

Cost-benefitförhållandets variationer är det skäl att undersöka, med hjälp av att granska körkostnadsbesparingarnas känslighet för förändringar på det i punkt 6.1 redovisade sättet.

Enligt punkt 6.2 råder ingen avvikande situation på det undersökta vägavsnittet ifall talet $R = 1$ i diagram 6/7. Vid värden på R mellan $1 \approx 1.5$ kan ljusförhållandena möjligen inverka och vid värden ≈ 1.5 kan ljusförhållandena antas inverka på olycksantalet. Trafiksäkerhetsfaktorns största betygvärde nås, i diagram 6/7, vid R -värdet 1.8, varvid ljusförhållandena enligt diagram 6/5 mycket starkt inverkar på olycksantalet.

I diagram 6/7 har trafiksäkerhetsfaktorns R betygvärden redovisats vid R -värdena 1-2.

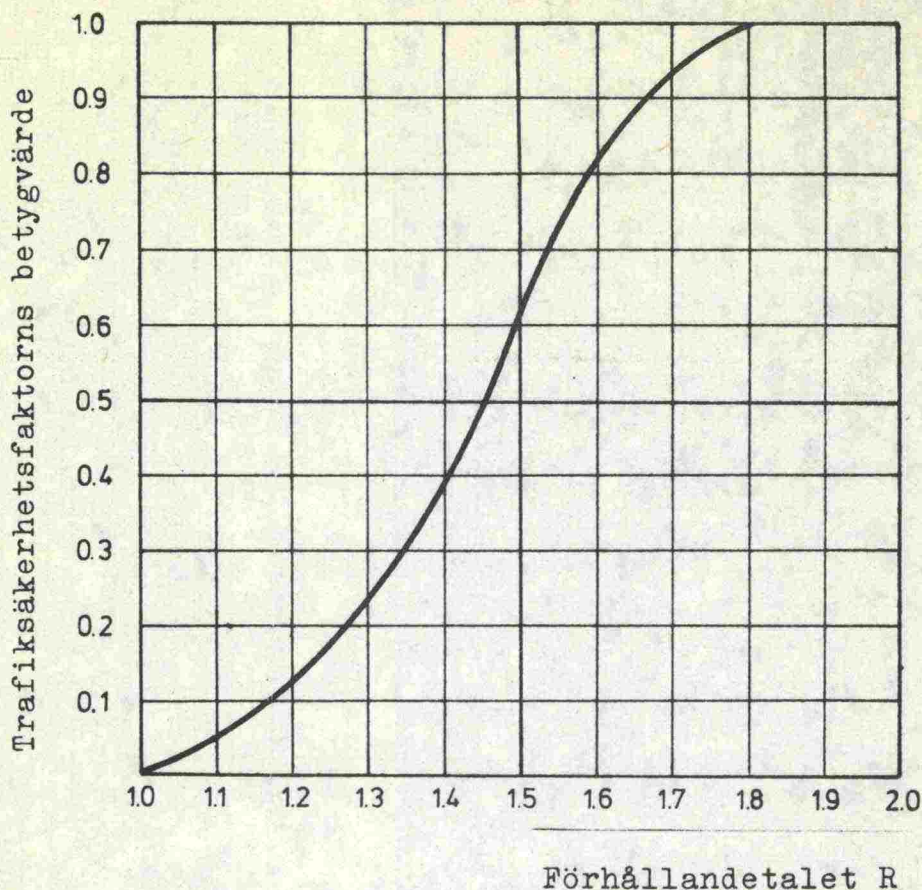


Diagram 6/7 Trafiksäkerhetsfaktorns betygsvärde som funktion av förhållandetalet R

Eftersom de olyckskostnadsbesparingar vägbelysning föranleder, redan beaktas vid lönsamhetsberäkningarna, måste trafiksäkerhetsfaktorn betraktas såsom en faktor, som ökar behovet av vägbelysning, och som framhävs speciellt, då antalet mörkerolyckor är större än genomsnittet i hela landet.

Till gruppen av beaktningsbara faktorer hör alla de verkningar, som är resultat av vägbelysning, och som inte kan mätas, utan måste erfarenhetsmässigt uppskattas vid varje projekt för sig (se pkt. 6.3). Vid bestämning av betygsvärde skall observeras, att varje i punkt 6.3 nämnd faktor, ensam kan uppnå värdet 1, i fall det anses att en avgörande förbättring uppnås med vägbelysning. Det högsta betygsvärdet kan även uppnås genom gemensam inverkan av olika faktorer.

Normering av jämförelsefaktor kan utföras på basis av s.k. händelsetäthet. Händelsetäthet är i detta sammanhang, ur förarens synpunkt störande faktorer, som sker med vissa tidsintervall vid dimensionerande hastighet.

Vägbelysningens förbättrande inverkan	Händelse- täthet	Betyg- värde
Obefintlig	Mycket liten (störande faktorer ≤ 1 st/30 s)	0
Liten	Täthet = 1 st/ 20 - 15 s	0.25
Måttlig	Täthet = 1 st/ 15 - 10 s	0.50
Stor	Täthet = 1 st/ 10 - 5 s	0.75
Mycket stor	Täthet ≥ 1 st/ 5 s	1.00

Vid beräkning av händelsetäthet beaktas följande händelser:

- anslutningar samt järnvägs- och vägkorsningar
- övergångsställen
- störande sidoljus
- vägavsnitt, där en stor mängd lätt trafik förekommer på körbanan
- övriga störande faktorer, som liknar de ovan nämnda.

Efter övervägande, kan estetiska synpunkter, tillfälligt svår trafikomgivning ur förarens synpunkt (t.ex. en invecklad anslutning) m.fl. beaktas som sådana faktorer, som ökar betygsvärdet.

6.42

Värderingsfaktorernas tyngder

Tyngden för värderingsfaktorerna är inte likadan i olika funktionella klasser. Motiven för belysning av en motorled är klart mera lönsamhetsaccentuerade än vid en lågklassig väg, redan av den orsaken, att investeringarna jämförda med varandra är av helt olika storlek.

I tabell 6/2 redovisas för olika funktionella klasser tillämpbara tyngdvärden för de tre jämförelsefaktorer.

Tabell 6/2 Rekommenderade tyngdvärden för jämförelsefaktorer

Funktionell klass	Trafik-ekonomisk lönsamhet	Trafik-säkerhet	Övriga faktorer
Motorleder	0.85	0.10	0.05
Riksvägar	0.75	0.15	0.10
Stamvägar	0.70	0.15	0.15
Regionala vägar	0.60	0.20	0.20
Uppsamlingsvägar	0.50	0.20	0.30
Förbindelsevägar	0.40	0.30	0.30

6.43

Bedömning av behovet

Värderingsmetoden grundar sig på ett s.k. behovstal, som fås genom att multiplicera varje jämförelsefaktors betygsvärde med motsvarande tyngdvärde, och genom att addera de på detta sätt erhållna värdena. Behovstal = \sum betygsvärde x tyngdvärde
 I diagram 6/8 redovisas de behovstals gränsvärden, som kan användas som grund för förverkligandet av vägbelysning. Vägbelysningsprojektet är motiverat ifall behovstalet ligger ovanför den icke kontinuerliga kurvlinjen.

6.44

Exempel

1. Utgångsuppgifter:

- IN - 10/7 stamväg
- ÅMD - 75 5000 fordon/dygn
- Enkelsidig stålstoppsinstallation 250 W H - Na eller trästolpsinstallation 400 W Hg
- R = 1.5
- vägen går i utkanten av en tätort där gång- och cykeltrafiken är riklig, händelsetäthet 1 st/9 s.

Anläggnings- samt drifts- och underhållskostnader (diagram 6/4):

- stålstoppsinstallation 245 000 mk/km
- trästoppsinstallation 150 000 mk/km

Körkostnadsbesparingar (diagram 6/4): 260 000 mk/km.

Cost-benefitförhållandet:

- stålstoppsinstallation 1.06
- trästoppsinstallation 1.73

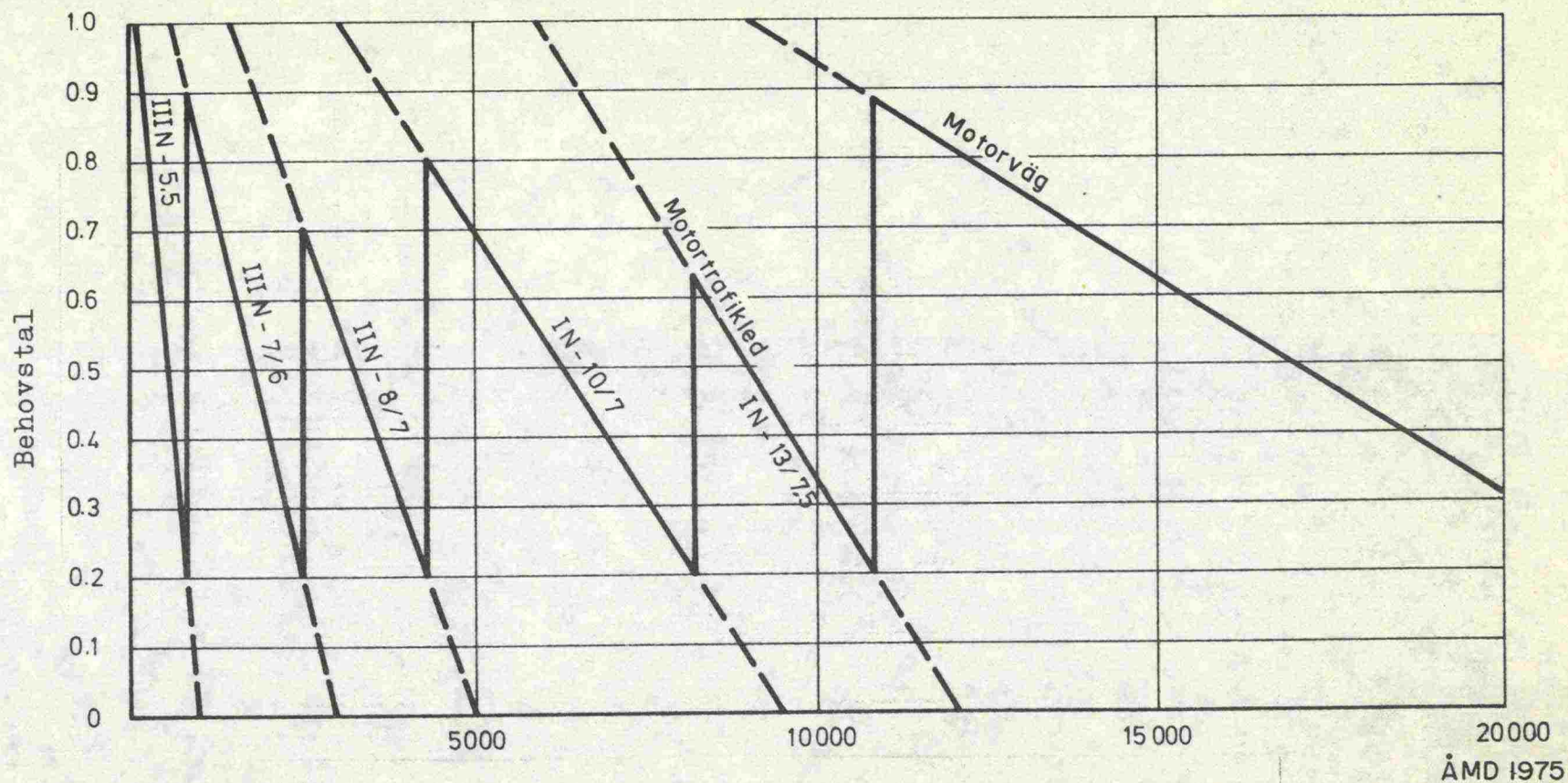


Diagram 6/8:

Vägbelysningsanläggningens behovstal som funktion av vägens tekniska klass och trafikmängd.

Betygvärden (diagrammen 6/6 och 6/7):

- trafikekonomisk lönsamhet
- stål Stolpsinstallation 0.55
- trästolpsinstallation 0.97
- trafiksäkerhet 0.60
- övriga faktorer
(gång- och cykeltrafiken
samt närheten av tätort,
händelsetäthet 1 st/9 s) 0.75

Betygvärdens tyngd (tabell 6/2):

- trafikekonomisk lönsamhet 0.70
- trafiksäkerhet 0.15
- övriga faktorer 0.15

Behovstal:

- stål stolpsinstallation
 $0.70 \cdot 0.55 + 0.15 \cdot 0.60 + 0.15 \cdot 0.75 = \underline{0.59}$
- trästolpsinstallation
 $0.70 \cdot 0.97 + 0.15 \cdot 0.60 + 0.15 \cdot 0.75 = \underline{0.88}$

Enligt beräkningarna kan konstateras, att installation av stål stolpar inte är berättigat men, att installation av trästolpar är det (se diagram 6/8).

2.

Utgångsuppgifter:

- motorväg
- ÅMD - 75 15 000 fordon/dygn
- dubbelsidig installation i mittremsa 400 W H - Na
- R = 1.2
- inga övriga motiv.

Anläggnings- samt drifts- och underhållskostnader (diagram 6/4): 396 000 mk/km.

Körkostnadsbesparingar (diagram 6/4): 530 000 mk/km.

Cost-benefitförhållandet: 1.34

Betygvärden (diagrammen 6/6 och 6/7):

- trafikekonomisk lönsamhet 0.83
- trafiksäkerhet 0.13
- övriga faktorer 0

Betygvärdens tyngd (tabell 6/2):

- trafikekonomisk lönsamhet 0.85
- trafiksäkerhet 0.10
- övriga faktorer 0.05

Behovstal:

$$0.85 \cdot 0.83 + 0.10 \cdot 0.13 + 0.05 \cdot 0 = \underline{0.72}$$

Vägbelysningsprojektet är berättigat (diagram 6/8).

6.45

Plananslutningar

Behovsvärdering av vägbelysning vid plananslutningar grundar sig främst på analys av trafiksäkerhetsfaktorn och trafikmängder. Som allmän anvisning kan sägas, att vägbelysning är berättigad i plananslutningar i följande fall:

- trafiksäkerhetsfaktorn $R \geq 1.5$
- anslutningens trafikmängder är så stora, att kanalisering och signalstyrning måste utföras
- vid anslutningar, som ligger nära starkt belysta områden (t.ex. utkanten av byar, bensinstationer o.s.v.)
- någon av vägarna, som leder till anslutningen, har belysning, som slutar strax före anslutningen, och anslutningen är relativt livligt trafikerad
- anslutningen ligger mellan två belysta anslutningar (≤ 500 m), och anslutningen är relativt livligt trafikerad.

LITTERATURFÖRTECKNING

- /1/ Ingenjörsvetenskapsakademiens transportforskningskommission: Stationär trafikbelysning. Stockholm 1972
- /2/ Gunnar Smeds, dipl.arb.: Personbils bränsleförbruknings- och körtidsutredningar med köranalysator. Otnäs 1968.
- /3/ Christie AW Lighting columns as collision hazards. Traffic Engineering & Control, Nro 10 1968
- /4/ Road research laboratory: Research on Road Safety. HMSO, London, 1963
- /5/ Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen Nya utgångsuppgifter för körkostnadsberäkningar 7.4.1972
- /6/ Electrical Wold: Suburban highway lighting reduces accident, Nro Sept. 1969
- /7/ Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen Trafikolyckorna på allmänna vägar åren 1967-69. Vägförhållanden och trafiksäkerhet, Informationspublikation n:o 3/1970
- /8/ Matti Härmäläinen, dipl.arb.: Om behovet av anläggandet av vägbelysning och förslag till belysningsobjekt i Tavastehus väg- och vattendistrikt, Tammerfors 1973
- /9/ Christie AW Lighting and Road Traffic. Traffic Engineering & Control, Sep.-Nov. 1972
- /10/ Ingenjörsvetenskapsakademiens transportforskningskommission: Väg- och gatubelysningens inverkan på trafiksäkerheten. Stockholm 1965.
- /11/ Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen: Before-after utredningar. Trafiksäkerhetsutredningar 1/1973
- /12/ Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen: Förhandsuppgifter om år 1970 trafikräkningar
- /13/ Taljas utredningar: Vägtrafikolyckor i mörker. Helsingfors 1968
- /14/ Vesa Rintamäki, dipl.arb.: Vägtrafikolyckor på allmänna vägar åren 1967-71. Otnäs 1974.
- /15/ Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen: Den oskyddade trafikens olyckor och påkörningar av djur. Informationspublikation n:o 1/1971.
- /16/ OECD: Lighting, visibility and accidents. Paris 1971.

- /17/ Reino Pusa, THS specialarb.: Mörkertrafiken och -olyckorna på allmänna vägar åren 1968-71. Otnäs 1974.
(Inofficiell publikation)
- /18/ Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen: Regional personbilstäthets- och bil-
antalsprognos för åren 1965-2000.
Helsingfors 1970.

Annan litteratur

- Ljustekniska föreningen i Finland: Stationär trafikbelysning, publ. n:o 3.
Helsingfors 1963.
- Philips Technical Library: Public Lighting 1967
- Ingenjörsorganisationernas skol-
ningscentral: Stationär trafikbelysning, publ. 45-68.
Helsingfors 1968.
- DI Pentti Hautala: Helsingfors-Jorvas motorvägbelysning.
Tielehti n:o 8, 1969.
- American Association of State
Highway Officials: An informational guide for roadway
lighting, 1969
- Christie AW: Street Lighting from the point of view
of traffic and safety, Public lighting,
23, 1958, nr 102
- Christie AW: Street lighting and road safety, Traffic
Engineering & Control, 8, 1966, nr 4
- Svenska Belysningsrättskapet: Vägbelysning, Ljuskultur, 1970

VÄGBELYSNINGSANVISNINGAR ENLIGT AASHO (1969)

(Sammandrag)

Kontinuerlig motorvägsbelysning

- A 1 Kontinuerlig belysning anses motiverad då motorvägen i 3,2 km eller mer går genom ett i huvudsak bebyggt förorts- eller stadsområde där en eller flera av följande förutsättningar uppfylls:
- a) den lokala trafiken går på ett belyst gatunät som till vissa delar syns från motorvägen
 - b) motorvägen går genom områden som är belysta, t ex parkeringsplatser
 - c) belysta sekundärvägar (med och utan anslutningar) korsar motorvägen på ett medelavstånd som är 0,8 km eller mindre
 - d) motorvägssektionen har avsevärt lägre standard än på landsbygden
- A 2 Kontinuerlig belysning anses motiverad då tre eller flera på varandra följande trafikplatser ligger på ett medelavstånd av 2,4 km eller mindre och närliggande områden har huvudsakligen stadskaraktär
- A 3 Kontinuerlig belysning anses motiverad på de delsträckor i och invid städer, där trafikflödet (f/åmd) är 30 000 eller mer
- A 4 Kontinuerlig belysning anses motiverad på de delsträckor där kvoten mellan mörker- och dagsljusolyckor är hög (t ex högre än medeltalet i staten för alla obelysta liknande delsträckor) och då en utredning visar att belysning kan väntas resultera i en signifikant reduktion av mörkerolyckorna
- A 5 Kontinuerlig belysning anses motiverad då de lokala myndigheterna finner nyttan av belysning så hög att de svarar för en avsevärd del eller hela kostnaden för anläggning och drift

Trafikplatsbelysning på obelysta motorvägar

- B 1 Fullständig trafikplatsbelysning anses motiverad vid de platser där det finns större, under mörker belysta, varuhus, industrier m m i omedelbar närhet eller där sekundärvägen är belyst 0,8 km eller mer på båda sidor om trafikplatsen
- B 2 Fullständig trafikbelysning anses motiverad där det totala avvikande och anslutande ramptrafikflödet (f/åmd) är större än 10 000 för stadsförhållanden, 8 000 för förortsförhållanden och 5 000 för landsbygdsförhållanden
- B 3 Fullständig trafikplatsbelysning anses motiverad där sekundärvägs- trafikflödet (f/åmd) är större än 10 000 för stadsförhållanden, 8 000 för förortsförhållanden och 5 000 för landsbygdsförhållanden
- B 4 Partiell trafikplatsbelysning¹⁾ anses motiverad då det totala avvikande och anslutande ramptrafikflödet (f/åmd) är större än 5 000 för stadsförhållanden, 3 000 för förortsförhållanden och 1 000 för landsbygdsförhållanden

1) Belysning huvudsakligen där de anslutande och avvikande trafikrörelserna äger rum

- B 5 Partiell trafikplatsbelysning anses motiverad då det genomgående trafikflödet (f/änd) på motorvägen är större än 25 000 för stadsförhållanden, 20 000 för förortsförhållanden och 10 000 för landsbygdsförhållanden.
- B 6 Fullständig eller partiell trafikplatsbelysning anses motiverad där kvoten mellan mörker- och dagsljusolyckor är hög (t ex högre än medeltalet i staten för alla obelysta liknande trafikplatser) och då en utredning visar att belysning kan väntas resultera i en signifikant reduktion av mörkerolyckorna.
- B 7 Fullständig eller partiell trafikplatsbelysning anses motiverad då de lokala myndigheterna finner nyttan så stor att den svarar för en avsevärd del eller hela kostnaden för anläggning och drift.

Specialfall Fullständig trafikplatsbelysning erfordras då motorvägen är kontinuerligt belyst. Då kontinuerlig motorvägsbelysning erfordras, men inte är utbyggd, anses partiell belysning motiverad enligt kriterierna A 1 eller A 2. Därvid krävs inte att kriterierna B 4 och B 5 behöver vara uppfyllda.

På platser där fullständig trafikplatsbelysning är motiverad, men inte fullständigt utbyggd, är en belysning mellan fullständig och partiell motiverad.

Belysning av rampanslutningar på sekundärvägen bör övervägas, oberoende av trafikflöde då utformningen kräver upphöjda refuger.

Övriga vägar och gator

- ... I allmänhet kan belysning anses motiverad där de lokala myndigheterna anser att belysning avsevärt kommer att bidra till ökad säkerhet, framkomlighet och komfort för fordonstrafik och fotgängare. Belysning skall anordnas på alla större leder (major arterials) i tätbebyggt område och på platser och delsträckor där kvoten mellan mörker- och dagsljusolyckor är hög (t ex högre än medelvärdet i staten för liknande betingelser) och då en utredning visar att belysning kan väntas resultera i en signifikant reduktion av mörkerolyckorna. Belysning bör också övervägas där det råder ovanligt svåra väderbetingelser såsom ofta förekommande dimma och halka. På andra platser kan belysning vara motiverad där utredningar visar att nyttan för allmänheten är stor.

VÄGBELYSNINGSANVISNINGAR ENLIGT RIKTLINJER FÖR STATIONÄR TRAFIKBELYSNING I SVERIGE (Förslag 1973)

Allmänt

Väg- och gatubelysning används av följande skäl:

- för att förbättra betingelserna för väg- och gatutrafiken
- för att förbättra betingelserna för ordningshållningen
- för att förbättra trivsel- och miljöupplevelserna

Belysning som huvudsakligen anordnas av det först nämnda skälet ("stationär trafikbelysning") är en (väghållnings-)åtgärd som i princip bör användas när en "samhällsekonomisk" (trafikekonomisk) kalkyl visar att införande av belysning på ett väg- eller gatuavsnitt är den väghållningsåtgärd som leder till det totalt sett bästa resultatet för vägtrafiksystemet.

För belysning som anordnas även av de två andra skälen bör dessutom de samhällsekonomiska konsekvenserna av förbättrade betingelser för ordningshållningen och förbättrade trivsel- och miljöupplevelser beaktas.

I det följande anges regler för när stationär trafikbelysning bör användas.

Inverkande faktorer

Det är inte möjligt att i detalj beräkna vid vilka betingelser införande av stationär trafikbelysning är den lämpligaste väghållningsåtgärden. Behovet och nyttan av sådan belysning torde i huvudsak bero av följande faktorer:

- vägens (eller gatans) typ och funktion
- trafikmiljöns svårhetsgrad
- trafikflödet i mörker
- olycksandelen i mörker (på befintliga vägar)

Vägens (eller gatans) typ och funktion inverkar så att vägar med funktion i ett nationellt och/eller regionalt sammanhang har större behov och nytta av belysning än vägar med funktion i ett lokalt sammanhang. Detta beror främst på att andelen långväga - och med vägen okända - trafikanter är större på vägar med de först nämnda funktionerna än på vägar med den senare nämnda funktionen samt på att nyttan av förbättrad förflyttningsstandard kan anses vara större på vägar med de först nämnda funktionerna än med den senare, under i övrigt likvärdiga betingelser.

Trafikmiljöns svårhetsgrad bestäms av flera faktorer. Bland dessa kan nämnas:

- gatu- eller vägsektionens utformning (t ex körbanebredd)
- gatans eller vägens linjeföring
- avståndet mellan vägskaöl och trafikplatser
- vägskaöl och trafikplatserns komplexitet
- avstånd mellan fastighetsanslutningar
- förekomst av övergångsställen

- förekomst av trafiksignalreglering
- förekomst av kantstensparkering och liknande
- förekomst av störande och/eller missledande ljus
- obelysta delsträckors längd
- trafikens hastighetsspridning
- trafiksammansättning, spec förekomst, storlek och andel av oskyddade trafikanter (gående och cyklister längs vägen och korsande)

Vid vägskäl och trafikplatser även:

- primärvägens belysning
- sekundärvägens belysning

Trafikflödet i mörker inverkar genom:

- biltrafikflödet längs vägen (eller gatan) och dess riktingsfördelning
- korsande, avvikande, anslutande och växlande biltrafikflöden.

Då olycksandelen i mörker (på en befintlig väg eller i befintligt vägskäl eller trafikplats) är stor, t ex klart större än det normala för liknande betingelser, torde behovet och nyttan av belysning vara större än då olycksandelen i mörker är normal och låg.

Regler

Vägar och gator i tätort

Vägar och gator i tätort samt till dessa hörande vägskäl och trafikplatser bör normalt alltid förseas med stationär trafikbelysning.

Vägar på landsbygd

A — — Motorväg och motortrafikled

A 1 på sträcka

- a) Motorväg med smal mittremsa ($M \leq 12$ m) och utan effektiv bländskydd bör normalt förseas med stationär trafikbelysning då trafikflödet är \geq ca A0000 f/åmd.
- b) Motorväg med bred mittremsa ($M > 12$ m) eller smal mittremsa ($M \leq 12$ m) med effektivt bländskydd bör normalt förseas med stationär trafikbelysning då trafikflödet är \geq ca B0000 f/åmd.
- c) Motortrafikled bör normalt förseas med stationär trafikbelysning då trafikflödet är \geq ca C0000 f/åmd.
- d) Motorväg och motortrafikled bör i särskilda fall kunna förseas med stationär trafikbelysning även vid lägre trafikflöden än de under a), b) och c) angivna om någon av följande förutsättningar är uppfylld:
 - avståndet mellan två eller flera trafikplatser är kort (\leq ca 0.5 km mellan den ena trafikplatsens påfartsramp och den andra trafikplatsens avfartsramp och/eller \leq ca 1.5 km mellan trafikplatsernas centra)
 - avståndet mellan två belysta delsträckor (eller trafikplatser) är kort (\leq ca 1.5 km)
 - trafikanterna på vägen i avsevärd omfattning utsätts för störande och/eller missledande ljus (t ex från fasta anläggningar eller från högtrafikerade sidovägar)
 - om det av andra skäl kan visas att belysning är lönsam.

3

A 2 i trafikplats på i övrigt obelyst motorväg eller motor-
trafikled

- a) trafikplats på motorväg med smal mittremsa ($M \leq 12$ m) och utan effektivt bländskydd bör normalt försees med stationär trafikbelysning då det på motorvägen genomgående trafikflödet är ≥ 10000 f/åmd
- b) trafikplats på motorväg med bred mittremsa ($M > 12$ m) eller smal mittremsa ($M \leq 12$ m) med effektivt bländskydd bör normalt försees med stationär trafikbelysning då det på motorvägen genomgående trafikflödet är ≥ 10000 f/åmd
- c) trafikplats på motorväg bör normalt försees med stationär trafikbelysning då det totala avvikande och anslutande ramptrafikflödet är ≥ 20000 f/åmd
- d) trafikplats på motortrafikled bör normalt försees med stationär trafikbelysning då det på motortrafikleden genomgående trafikflödet är ≥ 10000 f/åmd
- e) trafikplats på motortrafikled bör normalt försees med stationär trafikbelysning då det totala avvikande och anslutande ramptrafikflödet är ≥ 60000 f/åmd
- f) trafikplats på motorväg eller motortrafikled bör i särskilda fall kunna försees med stationär trafikbelysning även vid lägre trafikflöden än de under a), b), c), d) och e) angivna om någon av följande förutsättningar är uppfylld:
 - primärvägen är belyst
 - trafikanterna i trafikplatsen i avsevärd omfattning utsätts för störande och/eller missledande ljus (t ex från fasta anläggningar och högtrafikerade sidovägar eller om sekundärvägen är belyst)
 - trafikplatsens komplexitet är stor (klart större än normalt)
 - kvoten mellan antalet mörker- och dagsljusolyckor är stor (klart större än normalt)
 - om det av andra skäl kan visas att belysning är lönsam

B --- 2-fältsväg med funktion i nationellt och/eller regionalt sammanhang

B.1 på sträcka

- a) väg enl B bör normalt försees med stationär trafikbelysning då trafikflödet är ≥ 10000 f/åmd
- b) väg enl B bör i särskilda fall kunna försees med stationär trafikbelysning även vid lägre trafikflöde än det under a) angivna om någon av följande förutsättningar är uppfylld:
 - avståndet mellan två eller flera högtrafikerade vägskal är kort (\leq ca 0.5 km)
 - avståndet mellan två belysta delsträckor (eller vägskal) är kort (\leq ca 0.5 km)
 - trafikanterna på vägen i avsevärd omfattning utsätts för störande och/eller missledande ljus (t ex från fasta anläggningar eller från högtrafikerade sidovägar)
 - trafikens hastighetsspridning, t ex p g a trafiksammansättningen, är stor (klart större än normalt)

- andelen oskyddade trafikanter (gående och cyklister) är stor (klart större än normalt)
- kvoten mellan antalet mörker- och dagsljusolyckor är stor (klart större än normalt)
- om det av andra skäl kan visas att belysning är lönsam

B 2 i vägskaäl på i övrigt obelyst 2-fältsväg med funktion i nationellt och/eller regionalt sammanhang
(saknas)

C 2-fältsväg med funktion i lokalt sammanhang

C 1 på sträcka
(saknas)

C 2 i vägskaäl på i övrigt obelyst 2-fältsväg med funktion i lokalt sammanhang
(saknas)

Speciella anläggningar

- a) Trafiktunnlar och långa vägportar skall alltid försees med belysning
- b) Tillfarterna till rörlig bro, färja, kaj och brygga skall alltid försees med belysning.

VÄGBELYSNINGSANVISNINGAR ENLIGT CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION (1965)

MotorvägarTrafikplatser

- a) Fullständig belysning erfordras då det genomgående trafikflödet (f/åmd) är större än 25 000
- b) Fullständig belysning erfordras då ramptrafikflödet är större än 450 fordon/h eller om trafiken på vävsträckor är större än 750 fordon/h

Motorväg (fria sträckor)

- a) Kontinuerlig belysning erfordras då trafikflödet (f/åmd) är större än 40 000
- b) Kontinuerlig belysning erfordras om motorvägssträckan är kortare än 1,6 km och i båda ändar gränsar till belysta sträckor, då delsträckan är belägen i ett område med kraftig belysning t ex invid varuhus, eller då delsträckan ligger inom specialområden, t ex tullvägsstation

Konstbyggnader

Fullständig belysning skall anordnas på broar av "skyway type". För övriga konstbyggnader skall belysning anordnas som på tillfarterna. Vägportar som är 45 m eller längre skall belysas så att samma synbarhet uppnås i mörker som i dagsljus.

Plankorsningar

På motorvägar under etapputbyggnad med flera körfält i varje körriktning och mittremsa skall alla korsningar ha åtminstone partiell belysning. Denna kan bestå av upp till 5 ljuspunkter vid avfarten, 2-5 vid påfarten och 2 vid rampanslutning till obelyst sekundärväg.

Infarts- och genomfartsleder, matarleder och lokalgator

(Arterials, collectors and local, urban and rural)

Trafikplatser

- a) Fullständig belysning erfordras då det genomgående trafikflödet (f/åmd) är större än 25 000
- b) se trafikplatser motorvägar

Plankorsningar

Belysning bör anordnas i följande fall:

- a) Vid kanaliserade korsningar, åtminstone partiell belysning bestående av två till sex ljuspunkter.
- b) Vid signalreglerade korsningar, fullständig belysning.
- c) Vid vägskäl i närheten av starkt belysta områden, t ex varuhus, fullständig belysning.

Fria sträckor

Kontinuerlig belysning bör anordnas i följande fall:

- a) Delsträckor kortare än 0,4 km som i båda ändar gränsar till belysta sträckor.
- b) Delsträckor i närheten av starkt upplysta områden.
- c) Specialområden av typ tullvägsstation.

Områden för vilka delstaterna skall planera stationär trafikbelysning enligt US Government, 1967

- A. Trafikplatser på större leder (expressways) i tätbebyggt område.
- B. Korsningar mellan leder (arterial streets) i stads- och förortsområden.
- C. Platser eller delsträckor av vägar och gator där kvoten mörker- till dagsljusolyckor är större än 1,5 ggr medelvärdet för liknande platser eller delsträckor på samma väg- och gatunät.
- D. Platser och delsträckor av vägar och gator med hög kvot mellan antalet fotgängarolyckor i mörker och i dagsljus.
- E. Tunnlar och långa vägportar.